

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コンタクトパッドを備えた基板と、赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電気的に接続された電極部を備え、前記基板の一面から間隔をあけて該一面の上方に配置された赤外線受光部と、

前記基板上で前記赤外線受光部を前記基板の一面から浮かせて支持し、前記基板の前記コンタクトパッドに前記赤外線受光部の前記電極部を電気的に接続する配線を構成するように少なくとも一部が導電性材料により形成された支持部と、

前記赤外線受光部の前記赤外線吸収部から突出し、前記電極部との間に空間を隔てて前記電極部の、前記基板側と反対側の面を覆う底部とを有する熱型赤外線検出器。

【請求項 2】 前記底部が、前記支持部、および前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記支持部の、前記基板側と反対側の面、および前記コンタクトパッドを覆うものである請求項 1 に記載の熱型赤外線検出器。

【請求項 3】 コンタクトパッドを備えた基板と、赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電気的に接続された電極部を備え、前記基板の一面から間隔をあけて該一面の上方に配置された赤外線受光部と、

前記基板上で前記赤外線受光部を前記基板の一面から浮かせて支持し、前記基板の前記コンタクトパッドに前記赤外線受光部の前記電極部を電気的に接続する配線を構成するように少なくとも一部が導電性材料により形成された支持部と、

前記赤外線吸収部の、前記電極部に対応する部分を除く部分から突出し、前記支持部との間に空間を隔てて前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有する熱型赤外線検出器。

【請求項 4】 前記基板の前記赤外線受光部側の表面に形成された赤外線反射膜と、該赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第 1 の絶縁保護膜とをさらに有し、前記第 1 の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部が前記支持部により前記第 1 の絶縁保護膜から浮かせられて支持されている請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の熱型赤外線検出器。

【請求項 5】 前記温度検出部の、前記基板側と反対側の面に前記赤外線吸収部の少なくとも一部が配置されており、前記赤外線吸収部の、前記基板側と反対側の表面、および前記底部の、前記基板側と反対側の表面に形

成された金属薄膜を有する請求項 4 に記載の熱型赤外線検出器。

【請求項 6】 前記基板の前記コンタクトパッドと電気的に接続され、前記温度検出部により検出された前記赤外線吸収部の温度変化を電気信号に変換して該電気信号を読み出す読出回路を前記基板が有している請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の熱型赤外線検出器。

【請求項 7】 前記支持部が、前記基板の前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続するための配線を構成する導電性材料と、該前記導電性材料を覆う第 2 の絶縁保護膜とから成るものである請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の熱型赤外線検出器。

【請求項 8】 赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、

前記赤外線受光部の前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッド、および該コンタクトパッドと電気的に接続されて、前記温度検出部により検出された前記赤外線吸収部の温度変化を電気信号に変換して該電気信号を読み出す読出回路を備えた基板と、

前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成された赤外線反射膜と、

前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第 1 の絶縁保護膜と、

前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第 2 の絶縁保護膜から成り、前記第 1 の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を前記第 1 の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、前記赤外線吸収部の、前記電極部に対応する部分を除く部分から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有する熱型赤外線検出器。

【請求項 9】 赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、

前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッドを備えた基板と、

前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成された赤外線反射膜と、

前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第 1 の絶縁保護膜と、

前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第 2 の絶縁保護膜から成り、前記第 1 の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を

前記第1の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、前記赤外線吸収部の、前記電極部に対応する部分を除く部分から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有する熱型赤外線検出器。

【請求項10】 前記底部の材料が、赤外線を吸収するものである請求項1～9のいずれか1項に記載の熱型赤外線検出器。

【請求項11】 赤外線が照射される金属薄膜、該金属薄膜に接した絶縁膜からの熱によって温度が変化して前記金属薄膜の温度変化を検出する温度検出部、および温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッドを備えた基板と、

前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成され、前記赤外線受光部の前記金属薄膜に照射された前記赤外線のうち前記金属薄膜を透過した赤外線を前記金属薄膜に向けて反射することで、前記金属薄膜における赤外線同士の干渉によって前記金属薄膜を加熱するための赤外線反射膜と、

前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第1の絶縁保護膜と、

前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第2の絶縁保護膜から成り、前記第1の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を前記第1の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、前記赤外線受光部の前記絶縁膜から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有し、

前記底部の、前記基板側と反対側の面全体にまで前記金属薄膜が延びている熱型赤外線検出器。

【請求項12】 前記温度検出部が、サーミスターボロメータ薄膜、焦電型薄膜またはサーモパイルのいずれか1つである請求項1～11のいずれか1項に記載の熱型赤外線検出器。

【請求項13】 赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、

前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッドを備えた基板と、

前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成された赤外線反射膜と、

前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面

に形成された第1の絶縁保護膜と、

前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第2の絶縁保護膜から成り、前記第1の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を前記第1の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、前記赤外線吸収部の、前記電極部に対応する部分を除く部分から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有する熱型赤外線検出器の製造方法であつて、

前記コンタクトパッドを有する前記基板を準備する工程と、

前記基板の前記コンタクトパッド側の表面における前記赤外線受光部に対応する部分に前記赤外線反射膜を形成する工程と、

前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜および前記基板のそれぞれの表面に前記第1の絶縁保護膜を形成する工程と、

前記基板の前記コンタクトパッド側の表面における前記赤外線受光部に対応する部分に、前記基板と前記赤外線受光部との間の空間を形成するための第1の犠牲層を形成する工程と、

前記第1の犠牲層を覆うように前記第1の犠牲層および前記第1の絶縁保護膜のそれぞれの表面に、前記赤外線受光部の前記赤外線吸収部および前記支持部の前記第2の絶縁保護膜を形成するための第1の材料膜を形成する工程と、

前記第1の材料膜の、前記第1の犠牲層に対応する部分の表面に前記温度検出部を形成する工程と、

前記温度検出部を覆うように前記温度検出部および前記第1の材料膜のそれぞれの表面に、前記赤外線受光部の前記赤外線吸収部および前記支持部の前記第2の絶縁保護膜を形成するための第2の材料膜を形成する工程と、

前記第1の絶縁保護膜、前記第1および第2の材料膜のそれぞれの、前記コンタクトパッドに対応する部分に、前記コンタクトパッドに前記支持部の前記配線材料を電気的に接続するための第1の開口部を形成する工程と、

前記第2の材料膜の、前記温度検出部上の部分における前記電極部に対応する部分に、前記温度検出部が露出するように第2の開口部を形成する工程と、

前記第1および第2の開口部の内部、並びに前記第2の材料膜の表面に、前記赤外線受光部の前記電極部および前記支持部の前記配線材料を形成するための金属膜を形成する工程と、

前記第2の材料膜が露出するように前記金属膜をパターニングして前記赤外線受光部の前記電極部および前記支持部の前記配線材料を形成する工程と、

前記金属膜を覆うように前記金属膜および前記第2の材

料膜の表面に、前記赤外線受光部の前記赤外線吸収部および前記支持部の前記第 2 の絶縁保護膜を形成するための第 3 の材料膜を形成する工程と、

前記第 1 の犠牲層が露出するように前記第 1 ～第 3 の材料膜をパターンニングして、前記第 1 ～第 3 の材料膜のそれぞれの一部分から構成された前記赤外線吸収部、および前記第 1 ～第 3 の材料膜のそれぞれの他の部分から構成された前記第 2 の絶縁保護膜を形成する工程と、

前記第 3 の材料膜の表面、および前記第 1 の犠牲層の露出面に、前記赤外線受光部の前記電極部と前記底部との間の空間、前記支持部と前記底部との間の空間、および前記基板の前記コンタクトパッドと前記底部との間の空間を形成するための第 2 の犠牲層を形成する工程と、

前記第 3 の材料膜の、前記温度検出部に対応する部分の一部が露出するように前記第 2 の犠牲層をパターンニングする工程と、

前記第 2 の犠牲層の表面、および前記第 3 の材料膜の露出面に、前記底部を形成するための第 4 の材料膜を形成する工程と、

前記第 2 の犠牲層の一部が露出するように前記第 4 の材料膜をパターンニングして、前記第 4 の材料膜の一部から構成された前記底部を形成する工程と、

前記第 1 および第 2 の犠牲層を除去する工程とを有する熱型赤外線検出器の製造方法。

【請求項 1 4】 前記第 4 の材料膜をパターンニングする工程の前に、前記第 4 の材料膜の表面に金属薄膜を形成する工程をさらに有し、前記第 4 の材料膜をパターンニングする工程で、前記第 4 の材料膜と共に前記金属薄膜をパターンニングして、前記底部および前記赤外線吸収部のそれぞれの表面に前記金属薄膜を残す請求項 1 3 に記載の熱型赤外線検出器の製造方法。

【請求項 1 5】 赤外線が照射される金属薄膜、該金属薄膜に接した絶縁膜からの熱によって温度が変化して前記金属薄膜の温度変化を検出する温度検出部、および温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、

前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッドを備えた基板と、

前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成され、前記赤外線受光部の前記金属薄膜に照射された前記赤外線のうち前記金属薄膜を透過した赤外線を前記金属薄膜に向けて反射することで、前記金属薄膜における赤外線同士の干渉によって前記金属薄膜を加熱するための赤外線反射膜と、

前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第 1 の絶縁保護膜と、

前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第 2 の絶縁保護膜から成り、前記第 1 の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を前記第 1 の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、

前記赤外線受光部の前記絶縁膜から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有し、

前記底部の、前記基板側と反対側の面全体にまで前記金属薄膜が延びている熱型赤外線検出器の製造方法であって、

前記コンタクトパッドを有する前記基板を準備する工程と、

前記基板の前記コンタクトパッド側の表面における前記赤外線受光部に対応する部分に前記赤外線反射膜を形成する工程と、

前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜および前記基板のそれぞれの表面に前記第 1 の絶縁保護膜を形成する工程と、

前記基板の前記コンタクトパッド側の表面における前記赤外線受光部に対応する部分に、前記基板と前記赤外線受光部との間の空間を形成するための第 1 の犠牲層を形成する工程と、

前記第 1 の犠牲層を覆うように前記第 1 の犠牲層および前記第 1 の絶縁保護膜のそれぞれの表面に、前記支持部の前記第 2 の絶縁保護膜を形成するための第 1 の材料膜を形成する工程と、

前記第 1 の材料膜の、前記第 1 の犠牲層に対応する部分の表面に前記温度検出部を形成する工程と、

前記温度検出部を覆うように前記温度検出部および前記第 1 の材料膜のそれぞれの表面に、前記赤外線受光部の前記絶縁膜および前記支持部の前記第 2 の絶縁保護膜を形成するための第 2 の材料膜を形成する工程と、

前記第 1 の絶縁保護膜、前記第 1 および第 2 の材料膜のそれぞれの、前記コンタクトパッドに対応する部分に、前記コンタクトパッドに前記支持部の前記配線材料を電気的に接続するための第 1 の開口部を形成する工程と、

前記第 2 の材料膜の、前記温度検出部上の部分における前記電極部に対応する部分に、前記温度検出部が露出するように第 2 の開口部を形成する工程と、

前記第 1 および第 2 の開口部の内部、並びに前記第 2 の材料膜の表面に、前記赤外線受光部の前記電極部および前記支持部の前記配線材料を形成するための金属膜を形成する工程と、

前記第 2 の材料膜が露出するように前記金属膜をパターンニングして前記赤外線受光部の前記電極部および前記支持部の前記配線材料を形成する工程と、

前記金属膜を覆うように前記金属膜および前記第 2 の材料膜の表面に、前記赤外線受光部の前記絶縁膜および前記支持部の前記第 2 の絶縁保護膜を形成するための第 3 の材料膜を形成する工程と、

前記第 1 の犠牲層が露出するように前記第 1 ～第 3 の材料膜をパターンニングして、前記第 2 および第 3 の材料膜

のそれぞれの一部分から構成された、前記赤外線受光部の前記絶縁膜、および前記第1～第3の材料膜のそれぞれの他の部分から構成された前記第2の絶縁保護膜を形成する工程と、

前記第3の材料膜の表面、および前記第1の犠牲層の露出面に、記赤外線受光部の前記電極部と前記底部との間の空間、前記支持部と前記底部との間の空間、および前記基板の前記コンタクトパッドと前記底部との間の空間を形成するための第2の犠牲層を形成する工程と、

前記第3の材料膜の、前記温度検出部に対応する部分の一部が露出するように前記第2の犠牲層をパターンニングする工程と、

前記第2の犠牲層の表面、および前記第3の材料膜の露出面に、前記底部を形成するための第4の材料膜を形成する工程と、

前記第4の材料膜の表面全体に、前記赤外線受光部の前記金属薄膜を形成するための第5の材料膜を形成する工程と、

前記第2の犠牲層の一部が露出するように前記第4および第5の材料膜をパターンニングして、前記第4の材料膜の一部から構成された前記底部、および前記第5の材料膜の一部から構成された前記金属薄膜を形成する工程と、

前記第1および第2の犠牲層を除去する工程とを有する熱型赤外線検出器の製造方法。

【請求項16】 前記第1および第2の犠牲層の材料としてポリイミドを用いる請求項13～15のいずれか1項に記載の熱型赤外線検出器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、赤外線を受ける受光部が梁等によって基板から空間を隔てて支持された構造、いわゆる熱分離構造を有する高開口率の熱型赤外線検出器およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】熱分離構造を有する熱型赤外線検出器の開口率（フィルファクター）を向上させるために、木股氏等による特開平10-209418号公報に記載された赤外線固体撮像素子の構造や、Ishikawa氏等による文献（“Low-cost 320 x 240 uncooled IRFPA using conventional silicon IC process” SPIE vol. 3698, 1999年, p556-564）に記載された熱型赤外線検出器アレイの構造等が提案されている。図21は、熱分離構造を有する従来の熱型赤外線検出器として、上記の特開平10-209418号公報に記載された二次元赤外線固体撮像素子を示す断面図である。図21では、二次元赤外線固体撮像素子の1個の画素における電流経路に沿った断面が示されている。図22は、図21に示した二次元赤外線固体撮像素子の1個の画素における赤外線吸収部を除いた部分の平面図である。図23は、上記の特開平10

-209418号公報に記載された二次元赤外線固体撮像素子の別の例を示す断面図である。また、図24は、熱分離構造を有する従来の熱型赤外線検出器として、上記のIshikawa氏等による文献（SPIE vol. 3698, 1999年, p556-564）に記載された熱型赤外線検出器アレイを示す断面図である。

【0003】まず、図21および図22に示される従来の熱型赤外線検出器について説明する。図21に示すようにシリコン基板100の表面には、空洞部104となる凹部が形成されている。シリコン基板100に形成された空洞部104の上に、シリコン基板100の表面に積層された絶縁膜108、109等から成る梁102、103がある。絶縁膜108、109のそれぞれの厚さは数百nmであり、梁102、103の厚さ、すなわちシリコン基板100上の絶縁膜の厚さの合計が1μm程度となっている。梁102、103のそれぞれの幅は1～3μm程度となっている。

【0004】梁102、103はそれぞれ、サーミスターボロメータ薄膜101を含む温度検出部105を空洞部104の上で浮かして支持している。これらの絶縁膜108、109はそれぞれ、温度検出部105からシリコン基板100への熱の流出を制御する熱抵抗の大きい材料であるシリコン窒化膜またはシリコン酸化膜等から成る。これら2つの絶縁膜108、109は、梁102、103および温度検出部105の機械的構造を形成して温度検出部105を支えている。

【0005】絶縁膜108と109の間には金属配線106、107が形成されている。金属配線106、107のそれぞれの一端がサーミスターボロメータ薄膜101に接続されている。金属配線106の他端は、絶縁膜109に形成されたコンタクト部110を介して、図22に示されるようにシリコン基板100上に設けられた信号線202と電気的に接続されている。図21では、シリコン基板100上に設けられた信号線202が省略されている。金属配線107の他端は、絶縁膜109に形成されたコンタクト部111を介して信号読出回路201と電気的に接続されている。すなわち、サーミスターボロメータ薄膜101が、金属配線106、107およびコンタクト部110、111を介して信号読出回路201と電気的に接続されている。図21では、シリコン基板100上に設けられた信号読出回路201が省略されている。

【0006】一方、温度検出部105の、空洞部104側と反対側の面には、接合柱113を介して赤外線吸収部112が接合されている。赤外線吸収部112は、赤外線を吸収して熱に変換する部分であり、シリコン窒化膜またはシリコン酸化膜、あるいはそれらの積層膜等により構成されている。接合柱113は、赤外線吸収部112を温度検出部105から離して保持すると共に赤外線吸収部112と温度検出部105とを熱的に結合して

いる。接合柱113も赤外線吸収部112と同様に、シリコン窒化膜またはシリコン酸化膜、あるいはそれらの積層膜等により構成されている。接合柱113の寸法としては、太さが数 μm で、長さが1~2 μm であることが好ましく、接合柱113の形状は任意である。

【0007】熱型赤外線検出器では、赤外線吸収部に赤外線が照射されると、赤外線吸収部に赤外線が吸収されて、その赤外線吸収部の温度が上昇する。そして、赤外線吸収部の温度変化を検出することによって、赤外線吸収部に照射された赤外線が検出される。従って、図21および図22に示した従来の熱型赤外線検出器は、主に赤外線吸収部112と温度検出部105とから構成されている。この熱型赤外線検出器では、赤外線吸収部112に入射した赤外線によって赤外線吸収部112に生じる温度変化が、接合柱113を介して温度検出部105へと伝えられる。そして、温度変化による温度検出部105の特性変化、具体的には図21および図22に示されるサーミスターボロメータ薄膜101の電気抵抗の変化を検出することによって、赤外線吸収部112の温度変化を検出する。

【0008】図22には、1個の画素200の全体と、その1個の画素200における信号読出回路201の一部が示されている。画素200に設置された信号読出回路201は、MOSトランジスタやダイオード等から構成されている。この信号読出回路201にはコンタクト部205が形成されている。そのコンタクト部205が金属配線204を介して、制御クロックバスライン203に形成されたコンタクト部206と接続されている。制御クロックバスライン203は信号読出回路201を制御するためのものである。一方、金属配線106は、コンタクト部110を介して信号線202と接続されている。信号線202は、温度検出部105からの信号を読み出すためのものである。

【0009】図23に示される別の熱型赤外線検出器、すなわち特開平10-209418号公報に示される別の例では、シリコン基板300の上に空洞部302を隔てて温度検出部301が配置されている。温度検出部301にはサーミスターボロメータ薄膜303が備えられており、サーミスターボロメータ薄膜303が絶縁保護膜304、305で取り囲まれている。温度検出部301は、梁306、307によりシリコン基板300から浮かせて持ち上げられている。

【0010】サーミスターボロメータ薄膜303は、それに電流を流すための金属配線308、309と、絶縁膜305、310に形成されたコンタクト部311、312とにより、シリコン基板300内の信号読出回路（不図示）に接続されている。金属配線308、309はそれぞれ、絶縁膜304、305で取り囲まれている。温度検出部301の、シリコン基板300側と反対側の面には、金属反射膜313と金属赤外線吸収膜31

6との間に赤外線吸収部315が挟まれて成るものが接合柱314を介して接合されている。接合柱314は金属反射膜313と一体になっており、金属反射膜313の、接合柱314側と反対側の面に、赤外線吸収部315および金属赤外線吸収膜316がこの順番で積層されている。このように金属反射膜313、赤外線吸収部315および金属赤外線吸収膜316によって、3層構造の光学的共振構造が構成されている。

【0011】熱型赤外線検出器によって検出したい赤外線の波長を λ とし、赤外線吸収部315の屈折率を n とすると、赤外線吸収部315の厚みは、 $\lambda / (4n)$ と表される。金属反射膜313における赤外線の反射率は100%であることが好ましく、金属赤外線吸収膜316のシート抵抗は377 Ω 程度であることが望ましい。これらの条件を満たすことで、図23に示されるような光学的共振構造によって波長 λ の赤外線が効率良く吸収されて熱に変換される。変換された熱は、接合柱314を通してサーミスターボロメータ薄膜303に伝えられ、これによりサーミスターボロメータ薄膜303の抵抗値が変化する。サーミスターボロメータ薄膜303の抵抗値の変化は、シリコン基板300の信号読出回路によって電圧変化に変換されて電気信号として出力され、その電気信号が外部回路によって画像化される。

【0012】図24に示されるように、前記のIshikawa氏等による文献（SPIE vol. 3698, 1999年, p556-564）に記載された熱型赤外線検出器アレイでは、SOI（Silicon on insulator）シリコン基板400の表面に、空洞部402となる凹部が形成されている。その空洞部402の上に温度検出部401が配置されている。温度検出部401は梁405によって、空洞部402の底面から空洞部402の空間を隔てて、すなわちSOIシリコン基板400から隔てられて支持されている。温度検出部401のSOI膜上にはシリコンダイオード403が直列に形成され、シリコンダイオード403が絶縁保護膜404で取り囲まれている。ここで、SOIシリコン基板400には埋め込み酸化膜413が存在している。シリコンダイオード403は、それに電流を流すために梁405内に形成された金属配線406により、SOIシリコン基板400上の信号線407と、SOIシリコン基板400内の信号読出回路（不図示）とに接続されている。金属配線406は絶縁膜408で取り囲まれている。

【0013】温度検出部401の、SOIシリコン基板400側と反側の面には、赤外線反射膜409、絶縁膜411および赤外線吸収膜412がこの順番で積層されて成るものが接合されている。赤外線反射膜409、絶縁膜411および赤外線吸収膜412が積層されたものの、温度検出部401との接合部分は、温度検出部401側に向かって突出して接合柱410となっている。接合柱410の絶縁膜411側の面が温度検出部401

に接している。これら赤外線反射膜 409、絶縁膜 411 および赤外線吸収膜 412 から、3 層構造の光学的共振構造が構成されている。

【0014】熱型赤外線検出器によって検出したい赤外線の波長を λ (具体的には $8 \sim 12 \mu\text{m}$ 帯) とし、絶縁膜 411 の屈折率を n とすると、絶縁膜 411 の厚みは、 $\lambda / (4n)$ と表される。絶縁膜 411 はシリコン酸化膜とシリコン窒化膜で構成されている。赤外線反射膜 409 の赤外反射率は 100% であることが好ましく、赤外線吸収膜 412 のシート抵抗は 377Ω 程度であることが望ましい。これらの条件を満たすことで、図 24 に示されるような光学的共振構造によって波長 λ の赤外線が効率良く吸収されて熱に変換される。変換された熱は、接合柱 410 を通してシリコンダイオード 403 に伝えられ、伝えられた熱によってシリコンダイオード 403 における電流-電圧特性が変化する。シリコンダイオード 403 における電流-電圧特性の変化は、信号読出回路によって電圧変化に変換されて電気信号として出力され、その電気信号が外部回路によって画像化される。熱型赤外線検出器の感度は、温度検出部と基板との間の熱分離が大きいほど高くなる。前記の Ishikawa 等の文献に記載された赤外線検出器の場合、熱コンダクタンスが $8 \cdot 2 \times 10^{-8} \text{W/K}$ と小さく、高い感度を得られることが予想される。

【0015】図 25 は、木村氏等による特開平 10-185681 号公報に記載された熱型赤外線センサを示す斜視図であり、図 26 は、図 25 に示される熱型赤外線センサの A-A' 線断面図である。図 25 および図 26 に示される熱型赤外線検出器では、赤外線受光部 510 が、2 つの梁 501、第 1 の柱部 502 および第 2 の柱部 503 によって半導体基板 504 から浮かせられて支持されている。赤外線受光部 510 には、図 26 に示されるように、pn 接合サーマスタである多結晶シリコン膜 511 が形成されている。赤外線受光部 510 は、入射した赤外線のエネルギーを吸収する赤外線吸収層と、その赤外線エネルギーの吸収に起因する温度上昇による物性値 (例えば、抵抗値) の変化を電気的に検知するセンサ部として機能する熱電変換層とによって構成されている。

【0016】2 つの梁 501 はそれぞれ、平面形状が L 字型の板状に形成されていて、赤外線受光部 510 と半導体基板 504 との間に配置されている。半導体基板 504 の表層に部分的に形成された不純物拡散層 504a と、梁 501 の一端部とが第 1 の柱部 502 によって接続され、梁 501 の他端部と赤外線受光部 510 とが第 2 の柱部 503 によって接続されている。これら梁 501、第 1 の柱部 502 および第 2 の柱部 503 によって支持部が構成されている。そして、この支持部によって、赤外線受光部 510 が、図 26 に示される所定の高さ h の空隙 M を介して半導体基板 504 上で支持されて

ている。従って、梁 501、第 1 の柱部 502 および第 2 の柱部 503 はそれぞれ、赤外線受光部 510 の下方に配置されている。

【0017】図 26 に示されるように、赤外線受光部 510 は、多結晶シリコン膜 511 と、多結晶シリコン膜 511 の表面を被覆する窒化シリコン膜 512、513、514 とによって構成されている。窒化シリコンは、赤外線を吸収し易い材質であるため、多結晶シリコン膜 511 の上面に形成された窒化シリコン膜 513、514 が赤外線受光部 510 における赤外線吸収層の実質的な大きさ (面積) を決定することになる。

【0018】多結晶シリコン膜 511 には、n 形拡散層および p 形拡散層が形成され、これら n 形拡散層および p 形拡散層によって pn 接合型サーマスタが構成されている。また、赤外線受光部 510 の所定の位置にはスルーホール 524 が設けられており、スルーホール 524 を囲むように、高濃度不純物拡散層 (導電部) 511a が形成されている。この高濃度不純物拡散層 511a は前記 pn 接合型サーマスタに電気的に接続されている。

【0019】2 つの梁 501 はそれぞれ、図 26 に示するようにチタン膜 515、およびチタン膜 515 を覆う窒化シリコン膜 516、517 により構成されている。これらの膜のうちチタン膜 515 の一端部 515a は、半導体基板 504 に形成された不純物拡散層 504a に電気的に接続されている。また、チタン膜 515 を覆う窒化シリコン膜 517 には開口 517a が設けられ、この開口 517a においてチタン膜 515 の他端部 515b がアルミニウム膜 518 を介して、多結晶シリコン膜 511 に形成された高濃度不純物拡散層 (導電部) 511a に電気的に接続される。従って、赤外線受光部 510 の導電部 (若しくは半導体部) と半導体基板 504 の不純物拡散層 504a とが、チタン膜 515 およびアルミニウム膜 518 を介して電気的に接続されている。

【0020】チタン膜 515 の一端部 515a が第 1 の柱部 502 (および導電部) として機能し、アルミニウム膜 518 が第 2 の柱部 503 (および導電部) として機能している。アルミニウム膜 518 は、スルーホール 524 において高濃度不純物拡散層 511a に接するようにスルーホール 524 の内壁に形成されている。アルミニウム膜 518 の外周面および内周面は各々、保護膜としての窒化シリコン膜 514、513 で覆われている。

【0021】このような熱型赤外線検出器では、赤外線が赤外線受光部 510 に入射すると、入射した赤外線が赤外線受光部 510 の赤外線吸収部に吸収されて熱に変換される。そして、変換された熱量に応じて赤外線受光部 510 のセンサ部の物性値 (例えば抵抗値) が変化する。上述したように梁 501 は、赤外線受光部 510 とほぼ平行に赤外線受光部 510 の下方に配置されている。また、梁 501 と共に支持部を構成する第 1 の柱部

502および第2の柱部503も、赤外線受光部510の下方に配置されている。よって、赤外線が入射する側(図26の上方)から見たとき、梁501と第1の柱部502と第2の柱部503とから成る支持部が赤外線受光部510で覆われている。これにより、赤外線受光部510が占める面積の割合(開口率)を高めることができ、温度分解能を向上させることができる。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】 上述した特開平10-209418号公報や、Ishikawa等による文献(SPIE vol. 3698, 1999年, p556-564)に記載された熱型赤外線検出器は、小さい熱コンダクタンスと高い開口率(フィルファクター)を有しているため感度が高いと予想される。熱型赤外線検出器アレイを用いて実時間画像(30Hz以上のフレームレート)を得るためには、熱時定数が30msecより十分小さいことが要求される。熱時定数(τ_{th})は、図21~図26に示したそれぞれの熱型赤外線検出器において、次の式(1)のように温度検出部および赤外線吸収部の熱容量(H)と、熱分離構造の熱コンダクタンス(G_{th})との比で表わされる。

【0023】

【数1】

$$\tau_{th} = \frac{H}{G_{th}} \quad (1)$$

前述した従来のそれぞれの熱型赤外線検出器は、次に説明するように、熱時定数が30msecよりかなり大きいことが予想され、実時間画像化において残像が大きな問題になると考えられる。

【0024】 前記のIshikawa氏等(SPIE vol. 3698, 1999年, p556-564)の文献に記載された熱型赤外線検出器の場合、熱コンダクタンスの値が $8.2 \times 10^{-8} \text{ W/K}$ と記述されているが、熱容量に関する記載が一切ない。但し、温度検出部の大きさは、その文献中のSEM写真より約 $1.7 \times 2.3 \mu\text{m}$ であることが分かる。上記のIshikawa等と同じグループである木股氏等の文献(特開平10-209418号公報)では、熱コンダクタンスに関する記述はないが、温度検出部の厚さは梁の厚さから約 $1 \mu\text{m}$ と推測でき、その温度検出部の熱容量を計算することができる。また、赤外線吸収部の熱容量については、Ishikawa等の光学的共振構造に対して、波長 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ 帯でのシリコン酸化膜とシリコン窒化膜の屈折率の値および両材料の定積比熱から計算される。波長 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ 帯の赤外線に対するシリコン酸化膜の屈折率は、Given W. Cleek氏による文献("The Optical Constants of Some Oxide Glasses in the Strong Absorption Region" Applied Optics, vol. 5, No. 5 / 1966年, p771)に記載されているように $0.51 \sim 3.38$ の範囲にあり、波長 $9.5 \mu\text{m}$ に特異な吸収があるため、同波長帯での代表的な屈折率を決めることは容易ではない。しかし、ここでは上記のGiven W. Cleek氏による文

献の774頁に記載された図7を参考にして、波長 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ 帯の赤外線に対するシリコン酸化膜の屈折率として1.5を用いることにする。波長 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ 帯でのシリコン窒化膜の屈折率は、B. E. Cole氏による特表平7-509057号公報の図7に示されているシリコン窒化膜の反射率のデータから1.9と計算される。シリコン酸化膜の定積比熱は成膜方法に依存していて、

1. $0.5 \text{ J/cm}^3 \cdot \text{K}$ (Henry Baltes氏とOliver Paul氏による"Thermal Sensors Fabricated by CMOS and Micromachining" Sensors and Materials, vol. 8, 1996年, p409-421) から 2. $2.7 \text{ J/cm}^3 \cdot \text{K}$ (R. A. Wood, "Monolithic Silicon Microbolometer Arrays" in "Uncooled Infrared Imaging Arrays and Systems", Semiconductors and Semimetals, Volume 47, volume editors Paul W. Kruse and David D. Skatrud, Academic Press, 1997年, p99) の範囲にある。シリコン窒化膜の定積比熱についてはデータが見当たらない。そこで両材料に対して $1.7 \text{ J/cm}^3 \cdot \text{K}$ という値を用いて熱容量を計算する。

【0025】 まず、波長 $8 \sim 12 \mu\text{m}$ 帯でのシリコン酸化膜とシリコン窒化膜の屈折率の値から赤外線吸収部の絶縁膜411の厚みは $1.3 \sim 1.7 \mu\text{m}$ と推測され、Ishikawa等の熱型赤外線検出器アレイの開口率が90%であることを考慮すると、温度検出部401と赤外線吸収部(409, 411, 412)の熱容量は各々、 $6.6 \times 10^{-10} \text{ J/K}$ 、 $(3.2 \sim 4.2) \times 10^{-9} \text{ J/K}$ であり、熱容量の合計は $(3.9 \sim 4.8) \times 10^{-9} \text{ J/K}$ となる。この値と熱コンダクタンスの値 $8.2 \times 10^{-8} \text{ W/K}$ より、木股等およびIshikawa等の熱型赤外線検出器アレイの熱時定数は、 $47 \sim 58 \text{ msec}$ と予想され、実時間画像化において残像等が大きな問題になると判断される。

【0026】 次に、赤外線吸収部が、厚さ 500 nm のシリコン窒化膜から成る絶縁膜411と、厚さ 150 nm のTi膜から成る赤外線反射膜409とだけで構成されている場合、赤外線吸収部の熱容量が $1.7 \times 10^{-9} \text{ J/K}$ となり、熱時定数は30msecと計算される。しかし、依然としてテレビのフレームレート30Hz(時間で33msec)とあまり変わらず、やはり残像等が問題になると判断される。

【0027】 特開平10-185681号公報の熱型赤外線検出器の場合、赤外線受光部510、梁501および半導体基板504の三階建て構造のため、第1の柱部502および第2の柱部503が必要となる。よって、導電材料の接触不良が発生しやすいという問題点がある。また、第2の柱部503の直上部とその近傍はサーミスターの電極として機能するため、その分、開口率が小さくなるという問題点がある。

【0028】 本発明の目的は、開口率を高めると同時に、熱時定数を殆ど増加させることなく、感度をより高

くすることが可能な熱型赤外線検出器およびその製造方法を提供することにある。

【0029】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、コンタクトパッドを備えた基板と、赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電氣的に接続された電極部を備え、前記基板の一面から間隔をあけて該一面の上方に配置された赤外線受光部と、前記基板上で前記赤外線受光部を前記基板の一面から浮かせて支持し、前記基板の前記コンタクトパッドに前記赤外線受光部の前記電極部を電氣的に接続する配線を構成するように少なくとも一部が導電性材料により形成された支持部と、前記赤外線受光部の前記赤外線吸収部から突出し、前記電極部との間に空間を隔てて前記電極部の、前記基板側と反対側の面を覆う底部とを有する。

【0030】上記の発明では、赤外線受光部の赤外線吸収膜と、赤外線吸収部から突出した底部とに赤外線が入射すると、入射した赤外線の少なくとも一部が赤外線吸収膜と底部に吸収されて、赤外線吸収膜および底部が加熱される。赤外線吸収膜の熱は温度検出部に伝わり、底部の熱も赤外線吸収膜を通して温度検出部に伝わり、温度検出部の温度が変化する。温度検出部の温度変化は、温度検出部と電氣的に接続された電極部、支持部の配線、および基板をコンタクトパッドを通して信号として、例えば信号読出回路に伝えられて、その信号読出回路によって電気信号に変換される。そして、その電気信号を基に温度検出部の温度変化が外部回路などによって赤外面像化される。ここで、上記のように赤外線受光部の赤外線吸収部から底部を突出させて、その底部によって、電極部との間に空間を隔てて前記電極部の、前記基板側と反対側の面を覆うことにより、熱型赤外線検出器の各画素の開口率を増加させて、赤外線をより多く吸収することができる。その結果、熱型赤外線検出器の感度を高くすることができる。また、底部の根元を赤外線受光部の縁部近傍に配置させることにより、熱容量も殆ど増えず、熱時定数もテレビのフレームレートに対応する時間 33 msec より十分小さくすることができる。前記底部が、前記支持部、および前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記支持部の、前記基板側と反対側の面、および前記コンタクトパッドを覆うものであることが好ましい。

【0031】上記のように、赤外線受光部の赤外線吸収部から突出した底部によって、基板のコンタクトパッド、および赤外線受光部を支持する支持部との間に空間を隔てて、コンタクトパッドおよび支持部を覆うことにより、熱型赤外線検出器における各画素の開口率をより増加させて、赤外線をより多く吸収することができる。

また、本発明は、コンタクトパッドを備えた基板と、赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電氣的に接続された電極部を備え、前記基板の一面から間隔をあけて該一面の上方に配置された赤外線受光部と、前記基板上で前記赤外線受光部を前記基板の一面から浮かせて支持し、前記基板の前記コンタクトパッドに前記赤外線受光部の前記電極部を電氣的に接続する配線を構成するように少なくとも一部が導電性材料により形成された支持部と、前記赤外線吸収部の、前記電極部に対応する部分を除く部分から突出し、前記支持部との間に空間を隔てて前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有する。

【0032】上記の発明では、赤外線受光部の赤外線吸収部における電極部に対応する部分を除く部分から底部を突出させて、その底部によって支持部、および基板のコンタクトパッドを覆うことにより、熱型赤外線検出器の各画素の開口率を増加させて、赤外線をより多く吸収することができる。ここで、赤外線吸収部の、電極部に対応する部分を除く部分から底部を突出させたことにより、底部の熱が電極部、および支持部の配線を伝わって基板に逃げることが防止される。その結果、熱型赤外線検出器の感度が悪化することが防止される。

【0033】具体的には、前記基板の前記赤外線受光部側の表面に形成された赤外線反射膜と、該赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第1の絶縁保護膜とをさらに有し、前記第1の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部が前記支持部により前記第1の絶縁保護膜から浮かせられて支持されていることが好ましい。

【0034】上記のように、基板の赤外線受光部側の表面に、赤外線反射膜、および赤外線反射膜を覆う第1の絶縁保護膜が形成されていることにより、赤外線受光部を透過した赤外線が基板上の赤外線反射膜によって赤外線受光部に向けて反射される。反射された赤外線は、赤外線吸収部や底部に再度入射して、それらに吸収される。よって、このように基板の表面に赤外線反射膜が形成されていることにより、より多くの赤外線を赤外線吸収部や底部に吸収させることができる。

【0035】さらに、前記温度検出部の、前記基板側と反対側の面に前記赤外線吸収部の少なくとも一部が配置されており、前記赤外線吸収部の、前記基板側と反対側の表面、および前記底部の、前記基板側と反対側の表面に形成された金属薄膜を有していてもよい。

【0036】上記のように、赤外線吸収部および底部の、前記基板側と反対側の表面に金属薄膜を形成するこ

とにより、その金属薄膜で赤外線同士を干渉させて金属薄膜を加熱するように熱型赤外線検出器を構成することができる。そのような熱型赤外線検出器における具体的な動作としては、まず、赤外線吸収部および底部上の金属薄膜に赤外線が入射すると、入射した赤外線の一部が金属薄膜により反射されようとする。一方、金属薄膜に入射した赤外線の他の部分は、金属薄膜を通過して基板に向かって進行する。金属薄膜を通過した赤外線は、基板上の赤外線反射膜やコンタクトパッド等により金属薄膜に向けて反射されて、金属薄膜に再び入射する。ここで、金属薄膜に再び入射する赤外線は、金属薄膜により反射されようとする元の赤外線と打ち消し合う干渉を起こし、干渉を起こした赤外線同士が金属薄膜内の自由電子により吸収され熱になる。その結果、金属薄膜が加熱されてその温度が上昇し、金属薄膜の熱は底部や赤外線吸収膜を介して温度検出部に伝わる。ここで、底部および赤外線吸収部上に形成された金属薄膜によって、底部および赤外線吸収部の熱が温度検出部に速く伝わるようになっている。

【0037】さらに、前記基板の前記コンタクトパッドと電気的に接続され、前記温度検出部により検出された前記赤外線吸収部の温度変化を電気信号に変換して該電気信号を読み出す読出回路を前記基板が有していることが好ましい。

【0038】さらに、前記支持部が、前記基板の前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続するための配線を構成する導電性材料と、該前記導電性材料を覆う第2の絶縁保護膜とから成るものであることが好ましい。

【0039】さらに本発明は、赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、前記赤外線受光部の前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッド、および該コンタクトパッドと電気的に接続されて、前記温度検出部により検出された前記赤外線吸収部の温度変化を電気信号に変換して該電気信号を読み出す読出回路を備えた基板と、前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成された赤外線反射膜と、前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第1の絶縁保護膜と、前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第2の絶縁保護膜から成り、前記第1の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を前記第1の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、前記赤外線吸収部の、前記電極部に対応する部分を除く部分から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔て

て前記コンタクトパッドを覆う底部とを有する。

【0040】さらに、本発明は、赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッドを備えた基板と、前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成された赤外線反射膜と、前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第1の絶縁保護膜と、前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第2の絶縁保護膜から成り、前記第1の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を前記第1の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、前記赤外線吸収部の、前記電極部に対応する部分を除く部分から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有する。

【0041】上記の本発明のそれぞれの熱型赤外線検出器では、赤外線受光部の赤外線吸収部から突出した底部によって、赤外線受光部の電極部、支持部、および基板のコンタクトパッドを覆うことで、上述したのと同様に熱型赤外線検出器の各画素の開口率を増加させて、赤外線をより多く吸収することができる。

【0042】さらに、前記底部の材料が、赤外線を吸収するものであることが好ましい。

【0043】さらに、本発明は、赤外線が照射される金属薄膜、該金属薄膜に接した絶縁膜からの熱によって温度が変化して前記金属薄膜の温度変化を検出する温度検出部、および温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッドを備えた基板と、前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成され、前記赤外線受光部の前記金属薄膜に照射された前記赤外線のうち前記金属薄膜を透過した赤外線を前記金属薄膜に向けて反射することで、前記金属薄膜における赤外線同士の干渉によって前記金属薄膜を加熱するための赤外線反射膜と、前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第1の絶縁保護膜と、前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第2の絶縁保護膜から成り、前記第1の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を前記第1の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、前記赤外線受光部の前記絶縁膜から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有し、前記底部の、前記基板側と反対側の面

全体にまで前記金属薄膜が延びている。上記の発明では、赤外線受光部の金属薄膜に赤外線が入射すると、入射した赤外線の一部が金属薄膜により反射されようとする。一方、金属薄膜に入射した赤外線の他の部分は、金属薄膜を通過して基板に向かって進行する。金属薄膜を通過した赤外線は、基板上の赤外線反射膜やコンタクトパッド等により金属薄膜に向けて反射されて、再び金属薄膜に入射する。ここで、金属薄膜に再び入射する赤外線は、金属薄膜により反射されようとする元の赤外線と打ち消し合う干渉を起こし、干渉を起こした赤外線同士が金属薄膜内の自由電子により吸収され熱になる。その結果、金属薄膜が加熱されてその温度が上昇し、金属薄膜の熱は、その金属薄膜に接した絶縁膜や底部を介して温度検出部に伝わる。このように金属薄膜で赤外線同士を干渉させて金属薄膜を加熱するように構成された熱型赤外線検出器においても、赤外線受光部の絶縁膜から底部を突出させて、その底部によって、赤外線受光部の電極部、支持部、および基板のコンタクトパッドを覆うようにする。そして、その底部の、基板側と反対側の面全体にまで金属薄膜を延ばすことにより、熱型赤外線検出器の各画素の開口率を増加させて、赤外線をより多く吸収することができる。その結果、熱型赤外線検出器の感度を高くすることができる。

【0044】前記温度検出部は、サーミスターボロメータ薄膜、焦電型薄膜またはサーモパイルのいずれか1つであることが好ましい。

【0045】さらに、本発明は、赤外線を吸収することで該赤外線により加熱される赤外線吸収部、該赤外線吸収部からの熱によって温度が変化して前記赤外線吸収部の温度変化を検出する温度検出部、および該温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッドを備えた基板と、前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成された赤外線反射膜と、前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第1の絶縁保護膜と、前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第2の絶縁保護膜から成り、前記第1の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を前記第1の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、前記赤外線吸収部の、前記電極部に対応する部分を除く部分から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有する熱型赤外線検出器の製造方法であって、前記コンタクトパッドを有する前記基板を準備する工程と、前記基板の前記コンタクトパッド側の表面における前記赤外線受光部に対応する部分に前記赤外線反射膜を形成する工程と、前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜および前記基板のそれぞれの表面

に前記第1の絶縁保護膜を形成する工程と、前記基板の前記コンタクトパッド側の表面における前記赤外線受光部に対応する部分に、前記基板と前記赤外線受光部との間の空間を形成するための第1の犠牲層を形成する工程と、前記第1の犠牲層を覆うように前記第1の犠牲層および前記第1の絶縁保護膜のそれぞれの表面に、前記赤外線受光部の前記赤外線吸収部および前記支持部の前記第2の絶縁保護膜を形成するための第1の材料膜を形成する工程と、前記第1の材料膜の、前記第1の犠牲層に対応する部分の表面に前記温度検出部を形成する工程と、前記温度検出部を覆うように前記温度検出部および前記第1の材料膜のそれぞれの表面に、前記赤外線受光部の前記赤外線吸収部および前記支持部の前記第2の絶縁保護膜を形成するための第2の材料膜を形成する工程と、前記第1の絶縁保護膜、前記第1および第2の材料膜のそれぞれの、前記コンタクトパッドに対応する部分に、前記コンタクトパッドに前記支持部の前記配線材料を電気的に接続するための第1の開口部を形成する工程と、前記第2の材料膜の、前記温度検出部上の部分における前記電極部に対応する部分に、前記温度検出部が露出するように第2の開口部を形成する工程と、前記第1および第2の開口部の内部、並びに前記第2の材料膜の表面に、前記赤外線受光部の前記電極部および前記支持部の前記配線材料を形成するための金属膜を形成する工程と、前記第2の材料膜が露出するように前記金属膜をパターニングして前記赤外線受光部の前記電極部および前記支持部の前記配線材料を形成する工程と、前記金属膜を覆うように前記金属膜および前記第2の材料膜の表面に、前記赤外線受光部の前記赤外線吸収部および前記支持部の前記第2の絶縁保護膜を形成するための第3の材料膜を形成する工程と、前記第1の犠牲層が露出するように前記第1～第3の材料膜をパターニングして、前記第1～第3の材料膜のそれぞれの一部分から構成された前記赤外線吸収部、および前記第1～第3の材料膜のそれぞれの他の部分から構成された前記第2の絶縁保護膜を形成する工程と、前記第3の材料膜の表面、および前記第1の犠牲層の露出面に、前記赤外線受光部の前記電極部と前記底部との間の空間、前記支持部と前記底部との間の空間、および前記基板の前記コンタクトパッドと前記底部との間の空間を形成するための第2の犠牲層を形成する工程と、前記第3の材料膜の、前記温度検出部に対応する部分の一部が露出するように前記第2の犠牲層をパターニングする工程と、前記第2の犠牲層の表面、および前記第3の材料膜の露出面に、前記底部を形成するための第4の材料膜を形成する工程と、前記第2の犠牲層の一部が露出するように前記第4の材料膜をパターニングして、前記第4の材料膜の一部から構成された前記底部を形成する工程と、前記第1および第2の犠牲層を除去する工程とを有する。

【0046】前記第4の材料膜をパターニングする工程

の前に、前記第 4 の材料膜の表面に金属薄膜を形成する工程をさらに有し、前記第 4 の材料膜をパターンニングする工程で、前記第 4 の材料膜と共に前記金属薄膜をパターンニングして、前記底部および前記赤外線吸収部のそれぞれの表面に前記金属薄膜を残してもよい。

【0047】さらに、本発明は、赤外線が照射される金属薄膜、該金属薄膜に接した絶縁膜からの熱によって温度が変化して前記金属薄膜の温度変化を検出する温度検出部、および温度検出部と電気的に接続された電極部を備えた赤外線受光部と、前記電極部と電気的に接続されるコンタクトパッドを備えた基板と、前記基板の前記コンタクトパッド側の面に形成され、前記赤外線受光部の前記金属薄膜に照射された前記赤外線のうち前記金属薄膜を透過した赤外線を前記金属薄膜に向けて反射することで、前記金属薄膜における赤外線同士の干渉によって前記金属薄膜を加熱するための赤外線反射膜と、前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜の表面に形成された第 1 の絶縁保護膜と、前記コンタクトパッドに前記電極部を電気的に接続する配線材料、および該配線材料を覆う第 2 の絶縁保護膜から成り、前記第 1 の絶縁保護膜上で前記赤外線受光部を前記第 1 の絶縁保護膜から浮かせて支持する支持部と、前記赤外線受光部の前記絶縁膜から突出し、前記電極部および前記支持部との間に空間を隔てて前記電極部および前記支持部の、前記基板側と反対側の面を覆い、かつ前記基板の前記コンタクトパッドとの間に空間を隔てて前記コンタクトパッドを覆う底部とを有し、前記底部の、前記基板側と反対側の面全体にまで前記金属薄膜が延びている熱型赤外線検出器の製造方法であって、前記コンタクトパッドを有する前記基板を準備する工程と、前記基板の前記コンタクトパッド側の表面における前記赤外線受光部に対応する部分に前記赤外線反射膜を形成する工程と、前記赤外線反射膜を覆うように前記赤外線反射膜および前記基板のそれぞれの表面に前記第 1 の絶縁保護膜を形成する工程と、前記基板の前記コンタクトパッド側の表面における前記赤外線受光部に対応する部分に、前記基板と前記赤外線受光部との間の空間を形成するための第 1 の犠牲層を形成する工程と、前記第 1 の犠牲層を覆うように前記第 1 の絶縁保護膜および前記第 1 の絶縁保護膜のそれぞれの表面に、前記支持部の前記第 2 の絶縁保護膜を形成するための第 1 の材料膜を形成する工程と、前記第 1 の材料膜の、前記第 1 の犠牲層に対応する部分の表面に前記温度検出部を形成する工程と、前記温度検出部を覆うように前記温度検出部および前記第 1 の材料膜のそれぞれの表面に、前記赤外線受光部の前記絶縁膜および前記支持部の前記第 2 の絶縁保護膜を形成するための第 2 の材料膜を形成する工程と、前記第 1 の絶縁保護膜、前記第 1 および第 2 の材料膜のそれぞれの、前記コンタクトパッドに対応する部分に、前記コンタクトパッドに前記支持部の前記配線材料を電気的に接続するための第 1 の開口部

を形成する工程と、前記第 2 の材料膜の、前記温度検出部上の部分における前記電極部に対応する部分に、前記温度検出部が露出するように第 2 の開口部を形成する工程と、前記第 1 および第 2 の開口部の内部、並びに前記第 2 の材料膜の表面に、前記赤外線受光部の前記電極部および前記支持部の前記配線材料を形成するための金属膜を形成する工程と、前記第 2 の材料膜が露出するように前記金属膜をパターンニングして前記赤外線受光部の前記電極部および前記支持部の前記配線材料を形成する工程と、前記金属膜を覆うように前記金属膜および前記第 2 の材料膜の表面に、前記赤外線受光部の前記絶縁膜および前記支持部の前記第 2 の絶縁保護膜を形成するための第 3 の材料膜を形成する工程と、前記第 1 の犠牲層が露出するように前記第 1 ～第 3 の材料膜をパターンニングして、前記第 2 および第 3 の材料膜のそれぞれの一部分から構成された、前記赤外線受光部の前記絶縁膜、および前記第 1 ～第 3 の材料膜のそれぞれの他の部分から構成された前記第 2 の絶縁保護膜を形成する工程と、前記第 3 の材料膜の表面、および前記第 1 の犠牲層の露出面に、前記赤外線受光部の前記電極部と前記底部との間の空間、前記支持部と前記底部との間の空間、および前記基板の前記コンタクトパッドと前記底部との間の空間を形成するための第 2 の犠牲層を形成する工程と、前記第 3 の材料膜の、前記温度検出部に対応する部分の一部が露出するように前記第 2 の犠牲層をパターンニングする工程と、前記第 2 の犠牲層の表面、および前記第 3 の材料膜の露出面に、前記底部を形成するための第 4 の材料膜を形成する工程と、前記第 4 の材料膜の表面全体に、前記赤外線受光部の前記金属薄膜を形成するための第 5 の材料膜を形成する工程と、前記第 2 の犠牲層の一部が露出するように前記第 4 および第 5 の材料膜をパターンニングして、前記第 4 の材料膜の一部から構成された前記底部、および前記第 5 の材料膜の一部から構成された前記金属薄膜を形成する工程と、前記第 1 および第 2 の犠牲層を除去する工程とを有する。

【0048】前記第 1 および第 2 の犠牲層の材料としてはポリイミドを用いることが好ましい。

【0049】上記の通りの、本発明の熱型赤外線検出器の製造方法によれば、上述したように開口率が高く、赤外線をより多く吸収することが可能な高感度の熱型赤外線検出器を製造することができる。

【0050】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0051】（第 1 の実施の形態）図 1 は、本発明の第 1 の実施形態の熱型赤外線検出器を示す平面図である。図 2 は図 1 の X-X' 線断面図であり、図 3 は図 1 の Y-Y' 線断面図である。図 4 は、図 1 ～図 3 に示した熱型赤外線検出器における電流経路に沿った断面図であり、図 5 は図 2 の A-A' 線断面図である。本実施形態

の熱型赤外線検出器は、画素ピッチが $40\mu\text{m}$ の 2 次元アレイセンサであり、図 1 には 4 つの画素が示されている。

【0052】図 2 および図 3 に示すようにシリコン基板 1 の表面には、Ti から成る厚さ 200nm の赤外線反射膜 2 が形成されている。赤外線反射膜 2 の表面には、酸化シリコンから成る厚さ 200nm の絶縁保護膜 3 が形成されており、絶縁保護膜 3 によって赤外線反射膜 2 が覆われている。本実施形態では、赤外線反射膜 2 を構成する金属材料として Ti を用いたが、その金属材料として、波長 $8\sim 12\mu\text{m}$ 帯の赤外線をほぼ 100% 反射するものであれば、Ti 以外に Al、W、WSi または TiN 等を用いても構わない。また、本実施形態では絶縁保護膜 3 がシリコン酸化膜であるが、絶縁保護膜 3 はシリコン窒化膜またはシリコン酸窒化膜であってもよい。

【0053】本実施形態の熱型赤外線検出器では、図 1 ～図 5 のそれぞれに示すようにシリコン基板 1 の第 1 の絶縁保護膜 3 側の面の上方に、複数の赤外線受光部 5 が配列されている。それぞれの赤外線受光部 5 は、2 つの支持部 6 によって空洞部 4 を隔てて第 1 の絶縁保護膜 3 の表面から浮かせられて支持されており、1 つの画素に 1 つの赤外線受光部 5 が配置されている。それぞれの支持部 6 は、図 1 および図 5 に示すように、赤外線受光部 5 の上面から見て、赤外線受光部 5 の外周に沿って延びている。また、それぞれの支持部 6 は、赤外線受光部 5 とシリコン基板 1 との間の熱コンダクタンスを小さくするために、赤外線受光部 5 における互いに隣り合う 2 つの辺に渡って長く延びている。この支持部 6 は、シリコン基板 1 の表面に対して平行な梁 6 a と、梁 6 a の一端に接続された支持脚 6 b とから成る。

【0054】赤外線受光部 5 は、温度検出部であるサーミスターボロメータ薄膜 7 と、サーミスターボロメータ薄膜 7 に接した 2 つの電極部 13 と、サーミスターボロメータ薄膜 7 および 2 つの電極部 13 を取り囲む、赤外線吸収部である絶縁保護膜 8 とから構成されている。サーミスターボロメータ薄膜 7 および赤外線受光部 5 の外形形状はほぼ矩形であり、サーミスターボロメータ薄膜 7 の一辺と平行な方向にそれぞれの電極部 13 が延びている。1 つの赤外線受光部 5 に備えられた 2 つの電極部 13 のうち一方の電極部 13 がサーミスターボロメータ薄膜 7 の一端部に接触してサーミスターボロメータ薄膜 7 と電気的に接続されている。また、他方の電極部 13 がサーミスターボロメータ薄膜 7 の他端部に接触してサーミスターボロメータ薄膜 7 と電気的に接続されている。

【0055】一方、支持部 6 を構成する板状の支持脚 6 b の一端部は、シリコン基板 1 のコンタクトパッド 11 上に固定されている。支持脚 6 b は、シリコン基板 1 側の一端部からシリコン基板 1 から離れる方向に向かって

シリコン基板 1 の表面に対して斜めに延びている。その支持脚 6 b におけるシリコン基板 1 側と反対側の他端部に、シリコン基板 1 の表面に対して平行な梁 6 a の一端部が接続されている。梁 6 a は、赤外線受光部 5 の角部の近傍で 90° に折れ曲がっており、梁 6 a の他端部が赤外線受光部 5 の側面に接続されている。

【0056】支持部 6 の梁 6 a および支持脚 6 b はそれぞれ、金属配線 9 が第 2 の絶縁保護膜 10 により被覆されて成るものである。金属配線 9 のシリコン基板 1 側の一端部がコンタクトパッド 11 と電気的に接続され、金属配線 9 の赤外線受光部 5 側の他端部が電極部 13 の一端部に電気的に接続されている。よって、赤外線受光部 5 の電極部 13 と、シリコン基板 1 のコンタクトパッド 11 とが支持部 6 内の金属配線 9 を介して電気的に接続されている。それぞれの画素には 2 つのコンタクトパッド 11 が配置されており、それぞれのコンタクトパッド 11 が、図 4 に示されるようにシリコン基板 1 内に形成された読出回路 16 と電気的に接続されている。

【0057】空洞部 4 には、後述する製造工程でポリイミド膜が犠牲層として元々詰まっており、製造工程の最終段階でそのポリイミド膜が、例えば酸素プラズマによるアッシングで除去される。上記のように支持部 6 によって赤外線受光部 5 をシリコン基板 1 から浮かせて支持する熱分離構造により、赤外線受光部 5 に蓄積された熱が、ヒートシンクであるシリコン基板 1 に逃げ難くなっている。

【0058】赤外線受光部 5 の、シリコン基板 1 側と反対側の面、すなわち絶縁保護膜 8 の、赤外線が照射される上面からは底部 12 が突出している。底部 12 は、赤外線受光部 5 内の電極部 13 との間、支持部 6 との間、およびシリコン基板 1 のコンタクトパッド 11 との間に空間を隔てて、電極部 13、支持部 6 およびコンタクトパッド 11 を覆うように延びている。すなわち、電極部 13 の、シリコン基板 1 側と反対側の面、金属配線 9 の、シリコン基板 1 側と反対側の面、およびコンタクトパッド 11 の表面がそれぞれ、空間を隔てて底部 12 によって覆われている。底部 12 はシリコン窒化膜であり、赤外線を吸収してその赤外線を熱に変換する赤外線吸収部である。この底部 12 は、シリコン窒化膜の他に、シリコン酸化膜、シリコン酸窒化膜、SiC 膜、あるいはそれらの膜のうち少なくとも 2 つを組み合わせた積層膜であってもよい。

【0059】従って、底部 12 の、絶縁保護膜 8 との接続部、すなわち底部 12 の根元部は、電極部 13 の近傍の領域で、図 2 および図 4 に示すように赤外線受光部 5 の上面側から見て電極部 13 よりも赤外線受光部 5 の内側に配置されている。他の領域、すなわち電極部 13 の近傍ではない領域では、底部 12 の根元部が、図 3 および図 5 に示すように赤外線受光部 5 の上面側から見て赤外線受光部 5 の縁部に配置されている。底部 12 の、電

極部 13 の近傍にある部分と、電極部 13 との距離は、サーミスターボロメータ薄膜 7 上の絶縁保護膜 8 の厚さ以上の値に設定されていることが好ましい。

【0060】サーミスターボロメータ薄膜 7 の材質としては酸化バナジウムが用いられており、サーミスターボロメータ薄膜 7 の厚さは約 100 nm となっている。電極部 13 は厚さ約 100 nm の Ti から成り、絶縁保護膜 8 は厚さ約 500 nm のシリコン窒化膜 8 から成る。サーミスターボロメータ薄膜 7 の材質としては、抵抗温度係数が大きいものであればどのようなものを用いてもよく、不純物をドーピングした非晶質シリコンや非晶質ゲルマニウム、不純物を添加した酸化バナジウム、チタン等を用いてもよい。

【0061】梁 6 a および支持脚 6 b 内の金属配線 9 は Ti から成り、その金属配線 9 の断面形状は、厚さ 100 nm で幅 1 μ m の矩形である。金属配線 9 を取り囲む第 2 の絶縁保護膜 10 はシリコン窒化膜から成り、梁 6 a および支持脚 6 b の断面形状は、厚さ 500 nm で幅 2.6 μ m の矩形になっている。1 本の梁 6 a と 1 本の支持脚 6 b の合計の長さは約 86 μ m である。絶縁保護膜 8 および第 2 の絶縁保護膜 10 はそれぞれ、シリコン窒化膜の他に、シリコン酸化膜、シリコン酸窒化膜、SiC 膜、あるいはそれらの膜のうち少なくとも 2 つを組み合わせた積層膜であってもよい。絶縁保護膜 8 および底部 12 の材料は、赤外線効率良く吸収するのであることが要求される。

【0062】サーミスターボロメータ薄膜 7 を覆う絶縁保護膜 8、および支持部 6 の第 2 の絶縁保護膜 10 は、後述する製造工程によって形成された、図 4 に示される絶縁保護膜 32、33、37 によって構成されている。熱型赤外線検出器の製造工程を簡略化するためには、このように絶縁保護膜 8 および第 2 の絶縁保護膜 10 を同じ絶縁保護膜によって構成し、絶縁保護膜 8 および第 2 の絶縁保護膜 10 の材質として同じものを用いることが好ましい。絶縁保護膜 8 が、絶縁保護膜 32、33、37 の、サーミスターボロメータ薄膜 7 の周囲にある一部分から構成されている。また、第 2 の絶縁保護膜 10 が、絶縁保護膜 32、33、37 のそれぞれの他の部分から構成されている。さらに、赤外線受光部 5 の電極部 13、および支持部 6 内の金属配線 9 は、図 4 に示される金属膜 36 により構成されていて、同じ配線材料によって形成されている。その金属膜 36 におけるサーミスターボロメータ薄膜 7 との接続部分が電極部 13 となっている。

【0063】コンタクトパッド 11 の大きさは約 7.5 μ m 角であり、コンタクトパッド 11 の殆どの領域（約 6 μ m 角）が、厚さ 100 nm の Ti 膜と厚さ 200 nm の Al 膜とで覆われている。このようにコンタクトパッド 11 が Ti 膜および Al 膜で覆われていて、コンタクトパッド 11 の上方で赤外線の反射率が高くなると共

に、コンタクトパッド 11 上の Ti 膜および Al 膜がシリコン基板 1 内の読出回路 16 と電気的に接続されている。シリコン基板 1 の内部には、図 4 および図 5 に示すように、互いに平行な方向に延びる信号線 17、および画素への配線 18 がそれぞれ複数形成されている。信号線 17、および画素への配線 18 のそれぞれの上方に複数のコンタクトパッド 11 が配列されており、信号線 17 上のコンタクトパッド 11 が信号線 17 と電気的に接続され、画素への配線 18 上のコンタクトパッド 11 が、画素への配線 18 と電気的に接続されている。

【0064】コンタクトパッド 11 を覆う金属膜は、Ti と Al の積層膜の他に、Al、W、WSi、TiN 等の膜や、これらの金属膜に Ti 膜を含めた積層構造の膜であってもよい。コンタクトパッド 11 上に Ti 膜および Al 膜を積層した本実施形態の構成の場合、熱コンダクタンスは 8.2×10^{-8} W/K、赤外線受光部 5 の開口率は 47%、赤外線受光部 5 の熱容量は 9×10^{-10} J/K となった。また、熱時定数は 11 msec となって、テレビのフレームレートに対応する時間 33 msec に比べて十分小さくなり、実時間画像化の際、問題が無かった。

【0065】このように赤外線受光部 5 が支持部 6 によって支持されている構成において、電極部 13 が無い領域では赤外線受光部 5 の外周から、電極部 13 が有る領域ではその内側約 0.5 ~ 1 μ m の領域から、赤外線を吸収する底部 12 を出すことで、開口率を増やすことができる。本実施形態では、電極部 13 が無い領域では底部 12 の根元を赤外線受光部 5 の縁部に配置し、電極部 13 が有る領域では電極部 13 より 0.5 μ m 内側に入ったところに底部 12 の根元を配置した。その結果、赤外線受光部 5 と底部 12 を合わせた開口率は 90% となり、赤外線受光部 5 だけの場合より検出器の感度が 1.9 倍高くなった。本実施形態では、底部 12 の根元の位置について、電極部 13 が有る領域では 0.5 μ m 内側に入ったところに設定したが、必ずしも 0.5 μ m である必要はなく、サーミスターボロメータ薄膜 7 の上に形成された絶縁保護膜 8 の厚さ程度でもよい。底部 12 としては、波長 10 μ m 帯の赤外線を吸収するものであれば、非晶質 SiC、シリコン酸化膜またはシリコン酸窒化膜、あるいはそれらの膜のうち少なくともいずれか 2 つを組み合わせた積層膜を用いてもよい。

【0066】次に、本実施形態の熱型赤外線検出器の動作原理について説明する。

【0067】まず、赤外線受光部 5 の絶縁保護膜 8 と底部 12 に赤外線 15 が入射すると、入射した赤外線 15 の一部が絶縁保護膜 8 と底部 12 のそれぞれで吸収されて、絶縁保護膜 8 および底部 12 が加熱される。絶縁保護膜 8 と底部 12 に入射した赤外線 15 の他の部分は、赤外線受光部 5 や底部 12、支持部 6 をそれぞれ透過してシリコン基板 1 側に向かって進行する。赤外線受光部

5や底部12、支持部6をそれぞれ透過した赤外線は、赤外線反射膜2や金属配線9およびコンタクトパッド11により赤外線受光部5および底部12に向けて反射されて、再び絶縁保護膜8と底部12に入射する。これにより、赤外線反射膜2によって反射された赤外線が絶縁保護膜8と底部12に吸収されて、絶縁保護膜8および底部12がさらに加熱される。

【0068】底部12の熱は、絶縁保護膜8を通してサーミスターボロメータ薄膜7に伝わる。このように底部12および絶縁保護膜8からの熱によりサーミスターボロメータ薄膜7の温度が変化して、サーミスターボロメータ薄膜7の抵抗値が変化する。この抵抗値の変化は、シリコン基板1内の信号読出回路16により電圧変化に変換されて電気信号として読み出され、その電気信号を基に外部回路により赤外画像化される。ここで、底部12や赤外線受光部5を透過した赤外線を、底部12と赤外線受光部5に再度入射させるために、赤外線反射膜2、梁6a内の金属配線9およびコンタクトパッド11は平坦であることが望ましい。

【0069】上述したように本実施形態の熱型赤外線検出器では、赤外線受光部5の絶縁保護膜8から底部12が突出し、その底部12によって、電極部13および支持部6の、シリコン基板1側と反対側のそれぞれの面や、コンタクトパッド11が空間を隔てて覆われている。これにより、熱時定数を殆ど増加させることなく、各画素の開口率が増加し、赤外線をより多く吸収することができる。その結果、熱型赤外線検出器の感度を高くすることができる。また、底部の根元を赤外線受光部の縁部近傍に配置させることにより、熱容量も殆ど増えず、熱時定数もテレビのフレームレートに対応する時間33msecより十分小さくすることができる。

【0070】以上で述べた実施形態の熱型赤外線検出器は、サーミスターボロメータ型のものであるが、底12を赤外線受光部5からせり出すことにより開口率を増加させる方法は、強誘電体型（焦電型）やサーモパイル型の熱型赤外線検出器に対しても成り立つ。すなわち、赤外線受光部5の温度検出部として、サーミスターボロメータ薄膜7の代わりに焦電型薄膜またはサーモパイルを用いてもよい。

【0071】次に、上記の熱型赤外線検出器の製造方法について図6～図13を参照して説明する。図6～図13はそれぞれ、本実施形態の熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための図である。図6～図9、および図11～図13のそれぞれでは、図4と同様に熱型赤外線検出器の電流経路に沿った断面が示されている。まず、図6(a)において、読出回路16およびコンタクトパッド11を複数備えたシリコン基板1を準備する。シリコン基板1の内部に読出回路16が形成され、シリコン基板1の表面に、読出回路16と電気的に接続されたコンタクトパッド11の表面が露出している。

【0072】次に、図6(b)において、シリコン基板1の、赤外線受光部5に対応する部分の表面や、コンタクトパッド11の表面およびその周囲に赤外線反射膜2を形成する。

【0073】次に、図7(a)において、シリコン基板1上のそれぞれの赤外線反射膜2を覆うように、シリコン基板1の表面や、それぞれの赤外線反射膜2の表面全体に第1の絶縁保護膜3を形成する。

【0074】次に、図7(b)において、第1の絶縁保護膜3の表面における赤外線受光部5に対応する部分やその周囲に、支持部6とシリコン基板1との間の空間や空洞部4を形成するための第1の犠牲層31を部分的に形成する。第1の犠牲層31はシリコン基板1上に島状に複数形成されており、第1の犠牲層31の、支持脚6bに対応する部分の表面は、図7(b)に示すようにシリコン基板1の表面に対して傾斜している。第1の犠牲層31はポリイミドから成るものであり、製造工程の最終段階で除去される。第1の犠牲層31を形成する際には、まず、第1の絶縁保護膜3の表面全体に感光性ポリイミドを塗布する。そして、露光および現像の工程と、熱処理とによって第1の絶縁保護膜3上の感光性ポリイミドをパターニングして島状に整形し、感光性ポリイミドから成る第1の犠牲層31を形成する。

【0075】次に、第1の犠牲層31および第1の絶縁保護膜3のそれぞれの表面全体に、プラズマCVD法により第1の材料膜として絶縁保護膜32を形成し、絶縁保護膜32によって第1の犠牲層31を覆う。絶縁保護膜32としては、例えばシリコン窒化膜、シリコン酸化膜またはシリコン酸窒化膜を形成する。

【0076】次に、図8(a)において、絶縁保護膜32の、第1の犠牲層31上の部分における赤外線受光部5に対応する部分の表面にサーミスターボロメータ薄膜7を形成する。サーミスターボロメータ薄膜7を形成する際には、まず、絶縁保護膜32の表面全体に、熱電変換材料薄膜として、サーミスターボロメータ材料である酸化バナジウムの膜を反応性スパッター法により形成する。そして、露光および現像の工程の後、絶縁保護膜32上の酸化バナジウムの膜を、特開平11-330051号公報に記載されているようにSF₆とCO₂の混合ガスのプラズマによりエッチング加工する。このような露光および現像の工程と、エッチング加工とにより酸化バナジウムの膜をパターニングすることで、酸化バナジウムから成るサーミスターボロメータ薄膜7を形成する。

【0077】次に、サーミスターボロメータ薄膜7を覆うように、サーミスターボロメータ薄膜7および絶縁保護膜32のそれぞれの表面全体に、プラズマCVD法により第2の材料膜として絶縁保護膜33を形成する。絶縁保護膜33としては、例えばシリコン窒化膜、シリコン酸化膜またはシリコン酸窒化膜を形成する。

【0078】次に、図8(b)において、シリコン基板

1 内の読出回路 16 との電気的なコンタクトを得るために、第 1 の絶縁保護膜 3 および絶縁保護膜 32、33 の、コンタクトパッド 11 に対応する部分に、コンタクトホールとなる第 1 の開口部 34 を形成する。これにより、第 1 の開口部 34 の底面にコンタクトパッド 11 上の赤外線反射膜 2 の表面が露出する。

【0079】次に、サーミスターボロメータ薄膜 7 との電気的なコンタクトを得るために、絶縁保護膜 33 の、サーミスターボロメータ薄膜 7 の端部に対応する部分、すなわち図 5 などに示した電極部 13 に対応する部分に、コンタクトホールとなる第 2 の開口部 35 を形成する。第 2 の開口部 35 の形状は、電極部 13 の形状に対応して、サーミスターボロメータ薄膜 7 の縁部に沿って細長く延びたスリット状になっている。これにより、第 2 の開口部 35 の底面にサーミスターボロメータ薄膜 7 の表面の一部が露出する。

【0080】第 1 の開口部 34 を形成する工程では、露光および現像の工程の後、 CF_4 と O_2 の混合ガスまたは CHF_3 と O_2 の混合ガスのプラズマにより第 1 の絶縁保護膜 3 および絶縁保護膜 32、33 の、コンタクトパッド 11 に対応する部分をエッチングする。第 2 の開口部 35 を形成する工程では、露光および現像の工程の後、 CF_4 と O_2 の混合ガスまたは CHF_3 と O_2 の混合ガスのプラズマにより絶縁保護膜 33 の、サーミスターボロメータ薄膜 7 の端部に対応する部分をエッチングする。

【0081】次に、図 9 (a) において、シリコン基板 1 内の読出回路 16 とサーミスターボロメータ薄膜 7 とを電気的に接続するために、絶縁保護膜 33 の表面全体や、赤外線反射膜 2 の露出面を含む第 1 の開口部 34 の内壁全体、およびサーミスターボロメータ薄膜 7 の露出面を含む第 2 の開口部 35 の内壁全体に、例えばチタンまたはニクロムから成る金属膜 36 をスパッター法により形成する。次に、露光および現像の工程の後、例えば金属膜 36 がチタンから成る場合に Cl_2 と BCl_3 の混合ガスのプラズマにより金属膜 36 をエッチングして、金属膜 36 をパターンニングする。これにより、金属膜 36 を、サーミスターボロメータ薄膜 7 とコンタクトパッド 11 とを電気的に接続する電気配線の形状に加工する。

【0082】金属膜 36 の、サーミスターボロメータ薄膜 7 と接する部分によって電極部 13 が構成されている。また、金属膜 36 の、第 1 の犠牲層 31 上に形成された部分の一部によって支持部 6 内の金属配線 9 が構成されている。金属膜 36 の、第 1 の開口部 34 内の部分は、コンタクトパッド 11 上の赤外線反射膜 2 を介してコンタクトパッド 11 と電気的に接続されている。

【0083】次に、図 9 (b) において、金属膜 36 を覆うように金属膜 36 および絶縁保護膜 33 の表面全体に、プラズマ CVD 法により第 3 の材料膜として絶縁保護膜 37 を形成する。絶縁保護膜 37 としては、例え

ば、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜またはシリコン酸窒化膜を形成する。

【0084】次に、図 10 において、赤外線受光部 5 が支持部 6 によってシリコン基板 1 から浮かせられている熱分離構造を形成するために、図 9 (b) に示した絶縁保護膜 32、33、37 をパターンニングして、それらの絶縁保護膜にスリット 38、39 を形成する。スリット 38 が、1 つの画素における赤外線受光部 5 と支持部 6 との間の隙間となり、スリット 39 が、隣り合う 2 つの支持部 6 との間の隙間となる。赤外線受光部 5 と支持部 6 との間の隙間となるスリット 38 の底面には、第 1 の犠牲層 31 が露出している。

【0085】スリット 38、39 をそれぞれ形成する際には、露光および現像の工程の後、 CF_4 と O_2 の混合ガスまたは CHF_3 と O_2 の混合ガスのプラズマにより、絶縁保護膜 32、33、37 をスリット状にエッチングする。これにより、スリット 38、39 のそれぞれの底面に第 1 の犠牲層 31 のポリイミドを露出させる。絶縁保護膜 32、33、37 の、サーミスターボロメータ薄膜 7 の周囲にある部分から、サーミスターボロメータ薄膜 7 を覆う絶縁保護膜 8 が構成される。また、絶縁保護膜 32、33、37 のそれぞれの他の部分から、支持部 6 の第 2 の絶縁保護膜 10 が構成される。

【0086】次に、図 11 において、底部 12 の形状を形成するための第 2 の犠牲層を形成するために絶縁保護膜 37 の表面全体に感光性ポリイミドを塗布すると共に、その感光性ポリイミドを、図 10 に示したスリット 38、39 内に充填する。そして、その感光性ポリイミドを、露光および現像の工程と、熱処理とによってパターンニングして島状に整形し、感光性ポリイミドから成る第 2 の犠牲層 40 を絶縁保護膜 37 の表面に形成する。第 2 の犠牲層 40 は、赤外線受光部 5 の電極部 13 と底部 12 との間の空間、支持部 6 と底部 12 との間の空間、およびコンタクトパッド 11 と底部 12 との間の空間を形成するためのものであり、第 2 の犠牲層 40 の表面の形状は、底部 12 の形状に対応して湾曲している。

【0087】この第 2 の犠牲層 40 によって、サーミスターボロメータ薄膜 7 の中央部を除く部分が全て覆われている。第 2 の犠牲層 40 をパターンニングによって整形した直後では、絶縁保護膜 37 の、サーミスターボロメータ薄膜 7 の中央部に対応する部分の表面が露出している。従って、金属膜 36 やコンタクトパッド 11 の、シリコン基板 1 側と反対側の面全体が第 2 の犠牲層 40 によって覆われている。上述したようにスリット 38、39 内にも感光性ポリイミドを充填してスリット 38、39 内に第 2 の犠牲層 40 を形成したことにより、スリット 38 の底面で露出していた第 1 の犠牲層 31 の表面にも第 2 の犠牲層 40 が形成されている。よって、スリット 38 の底面で第 1 の犠牲層 31 と第 2 の犠牲層 40 とが接している。

【0088】次に、第2の犠牲層40の表面全体および絶縁保護膜37の露出面全体に、プラズマCVD法により第4の材料膜として絶縁保護膜41を形成する。絶縁保護膜41としては、例えば、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜またはシリコン酸窒化膜を形成する。

【0089】次に、図12において、赤外線を吸収する底部12を形成するために、露光および現像の工程の後、 CF_4 と O_2 の混合ガスまたは CHF_3 と O_2 の混合ガスのプラズマにより絶縁保護膜41をスリット状にエッチングして第2の犠牲層40を部分的に露出させる。これにより、第2の犠牲層40上に残った絶縁保護膜41から成り、絶縁保護膜37から突出している底部12が形成される。図12では、絶縁保護膜41の、絶縁保護膜37の表面に直接形成されている部分が除去されているが、絶縁保護膜41のその部分、すなわち絶縁保護膜37に接していた部分を除去しなくともよい。

【0090】次に、図13において、第1の犠牲層31および第2の犠牲層40を O_2 ガスのプラズマを用いたアッシングにより除去することで、底部12のシリコン基板1側の空間と、赤外線受光部5のシリコン基板1側の空洞部4を形成する。これにより、底部12を備えた赤外線受光部5が支持部6によってシリコン基板1から浮かせられて支持されている熱分離構造が熱型赤外線検出器に形成される。以上の工程を経て、上記の熱分離構造を有する熱型赤外線検出器が作製される。

【0091】(第2の実施形態) 図14および図15はそれぞれ、本発明の第2の実施形態の熱型赤外線検出器を示す断面図である。本実施形態の熱型赤外線検出器は、第1の実施形態のものと比較して、赤外線同士の干渉により加熱される金属薄膜が赤外線受光部に形成されている点が主に異なっている。図14および図15では、第1の実施形態と構成が同じものに同一の符号を付してあり、以下では、第1の実施形態の熱型赤外線検出器と異なる点を中心に説明する。

【0092】図14および図15のそれぞれに示すように、本実施形態の熱型赤外線検出器の構成は、第1の実施形態の熱型赤外線検出器において底部12および絶縁保護膜8の、シリコン基板1側と反対側の面に、赤外線吸収膜として、高い熱伝導率の金属薄膜14が形成されたものである。従って、赤外線受光部5の、シリコン基板1側と反対側の面に金属薄膜14が形成され、その金属薄膜14が底部12の、シリコン基板1側と反対側の面全体にまで延びている。金属薄膜14としては厚さ3nmのNiCr膜を用い、金属薄膜14は、真空インピーダンス $377\Omega/\square$ に設定されている。底部12としては、波長 $3\sim 5\mu m$ 帯の赤外線に対して透明で、かつ波長 $10\mu m$ 帯の赤外線を吸収する厚さ $500nm$ のシリコン窒化膜を用いた。

【0093】また、金属薄膜14の、絶縁保護膜8と接する部分と、赤外線反射膜2との間隔を約 $1\mu m$ に設定

した。これにより、波長 $3\sim 5\mu m$ 帯の赤外線に対しては、金属薄膜14における赤外線同士の干渉効果を利用して、その波長帯の赤外線が金属薄膜14に吸収される。従って、本実施形態の熱型赤外線検出器には、金属薄膜14および赤外線反射膜2から構成された光学的共振構造が形成されている。底部12および絶縁保護膜8のシリコン窒化膜には、波長 $10\mu m$ 帯の赤外線が効率良く吸収される。この場合、底部12の熱容量は $5.8 \times 10^{-10} J/K$ となり、赤外線受光部5の熱容量と合わせると、 $1.5 \times 10^{-9} J/K$ にしかない。この時、熱時定数は $18msec$ となり、テレビのフレームレートに対応する時間 $33msec$ に比べて十分小さく、実時間画像化の際、問題は無かった。

【0094】本実施形態の熱型赤外線検出器に対して第1の実施形態のものでは、赤外線受光部5に金属薄膜14が形成されていないため、絶縁保護膜8および底部12としてシリコン窒化膜を用いた場合、そのシリコン窒化膜によって波長 $10\mu m$ 帯の赤外線だけが吸収される。そのような第1の実施形態の熱型赤外線検出器では、 $300K$ の物体からの熱輻射を検出する限り、本実施形態の熱型赤外線検出器と比較しても信号雑音比は殆ど変わらなかった。底部12で波長 $10\mu m$ 帯の赤外線を吸収させる場合、底部12としては、非晶質SiC、シリコン酸化膜またはシリコン酸窒化膜、あるいはそれらの膜のうち少なくともいずれか2つを組み合わせた積層膜を用いることができる。

【0095】絶縁保護膜8の材料としては、波長 $3\sim 5\mu m$ 帯の赤外線に対して透明なものを用いることができ、SiNおよびSiOの他に、例えばZnS、ZnSe、 CaF_2 、 BaF_2 またはGe等を用いることができる。ただし、SiNは、波長 $9\sim 13\mu m$ の赤外線を吸収する性質があり、SiOは、波長 $9.5\mu m$ の赤外線を強く吸収する性質がある。

【0096】また、絶縁保護膜8の材料と、支持部6の第2の絶縁保護膜10の材料とが異なると、製造工程が増えて製造方法が複雑になり、熱型赤外線検出器の製造が困難になるため、絶縁保護膜8と第2の絶縁保護膜10の材料が同一であることが好ましい。ここで、第2の絶縁保護膜10の材料としては、熱伝導率の小さいものを用いる必要がある。ZnSe、 CaF_2 、 BaF_2 およびGeは熱伝導率が高く、第2の絶縁保護膜10の材料には適していない。

【0097】本実施形態の熱型赤外線検出器の動作原理について説明する。

【0098】まず、金属薄膜14に赤外線15が入射すると、入射した赤外線15の一部が金属薄膜14により反射されようとする。一方、金属薄膜14に入射した赤外線15の他の部分は、金属薄膜14を通過してシリコン基板1側に向かって進行する。金属薄膜14を通過した赤外線は、赤外線反射膜2や金属配線9およびコンタ

クトパッド 11 により金属薄膜 14 に向けて反射されて、再び金属薄膜 14 に入射する。ここで、赤外線反射膜 2 によって反射されて再び金属薄膜 14 に入射する赤外線は、底部 12、絶縁保護膜 8 または第 2 の絶縁保護膜 10 を透過している。

【0099】赤外線反射膜 2 によって反射されて再び金属薄膜 14 に入射する赤外線は、金属薄膜 14 により反射されようとする元の赤外線と打ち消し合う干渉を起こし、干渉を起こした赤外線同士が金属薄膜 14 内の自由電子により吸収されて熱になる。その結果、金属薄膜 14 が加熱されてその温度が上昇し、金属薄膜 14 の熱は、金属薄膜 14 に接した絶縁保護膜 8 および底部 12 を介してサーミスターボロメータ薄膜 7 に伝わる。また、波長 $10\mu\text{m}$ 帯の赤外線は底部 12 に直接吸収され、その赤外線によって底部 12 が加熱される。底部 12 の熱は金属薄膜 14 および絶縁保護膜 8 を介してサーミスターボロメータ薄膜 7 に伝わる。ここで、底部 12 および絶縁保護膜 8 上に形成された金属薄膜 14 によって、底部 12 および絶縁保護膜 8 の熱がサーミスターボロメータ薄膜 7 に速く伝わるようになっている。

【0100】このように金属薄膜 14、底部 12 および絶縁保護膜 8 からのそれぞれの熱によってサーミスターボロメータ薄膜 7 の温度が変化し、サーミスターボロメータ薄膜 7 の抵抗値が変化する。この抵抗値の変化は、シリコン基板 1 内の読出回路により電圧変化に変換されて電気信号として読み出され、その電気信号を基に外部回路により赤外面像化される。本実施形態の熱型赤外線検出器では、赤外線同士が干渉するように赤外線反射膜 2 と、梁 6a 内の金属配線 9 と、コンタクトパッド 11 とでそれぞれ、赤外線を反射させるため、赤外線反射膜 2、梁 6a 内の金属配線 9 およびコンタクトパッド 11 は平坦であることが望ましい。

【0101】上述したように金属薄膜 14 は、真空インピーダンス $377\Omega/\square$ に設定されているため、金属薄膜 14 で吸収する赤外線の波長を λ 、金属薄膜 14 と赤外線反射膜 2 との間の実効的な屈折率を n とすると、金属薄膜 14 と赤外線反射膜 2 との間隔を、 $\lambda/(4n)$ に設定する必要がある。ここで、赤外線受光部 5 の厚みを d_x とし、赤外線受光部 5 と赤外線反射膜 2 との距離、すなわち空洞部 4 の高さを d_0 とし、絶縁保護膜 8 の屈折率を n_x とし、空洞部 4 内の空気屈折率を n_0 とし、上記の実効的な屈折率 $n = (n_x \cdot d_x + n_0 \cdot d_0) / (d_x + d_0)$ と近似した。空洞部 4 内の空気屈折率 n_0 の値は 1 である。

【0102】金属薄膜 14 の、絶縁保護膜 8 に接する部分と、赤外線反射膜 2 との間隔を上記の $\lambda/(4n)$ に設定すると、金属薄膜 14 の、底部 12 に接する部分と、赤外線反射膜 2 との間隔は $\lambda/(4n)$ よりも大きくなる。この場合、金属薄膜 14 の、底部 12 に接する部分では、金属薄膜 14 と赤外線反射膜 2 との間隔に対

応した波長の赤外線が吸収される。

【0103】次に、本実施形態の熱型赤外線検出器の製造方法について説明する。本実施形態の熱型赤外線検出器の製造方法では、第 1 の実施形態で説明した製造方法における図 6～図 11 の工程と同様な工程が行われる。それら図 6～図 11 の工程において、例えばサーミスターボロメータ薄膜 7 を覆う絶縁保護膜 8 および底部 12 の材料や膜厚が第 1 の実施形態の場合と異なる場合には、それらの材料および膜厚に応じてそれぞれの膜を形成していけばよい。以下では、第 1 の実施形態で説明した製造方法における図 11 の工程の後の段階について図 16～図 18 を参照して説明する。図 16～図 18 はそれぞれ、本実施形態の熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【0104】図 16 において、絶縁保護膜 41 を形成した後、絶縁保護膜 41 の表面全体に、スパッター法により第 5 の材料膜として金属薄膜 14 を形成する。金属薄膜 14 の材質として、例えば窒化チタンまたはニクロムを用いる。

【0105】次に、図 17 において、赤外線を吸収する底部 12 を形成するために、露光および現像の工程の後、 Cl_2 と BCl_3 の混合ガスのプラズマにより金属薄膜 14 をスリット状にエッチングし、続いて CF_4 と O_2 の混合ガスまたは CHF_3 と O_2 の混合ガスのプラズマにより絶縁保護膜 41 をスリット状にエッチングして第 2 の犠牲層 40 を部分的に露出させる。これにより、第 2 の犠牲層 40 上に残った絶縁保護膜 41 から成り、絶縁保護膜 37 から突出している底部 12 が形成される。

【0106】次に、図 18 において、第 1 の犠牲層 31 および第 2 の犠牲層 40 を、 O_2 ガスのプラズマを用いたアッシングにより除去することで、底部 12 のシリコン基板 1 側の空間と、赤外線受光部 5 のシリコン基板 1 側の空洞部 4 を形成する。これにより、底部 12 および金属薄膜 14 を備えた赤外線受光部 5 が支持部 6 によってシリコン基板 1 から浮かせられて支持されている熱分離構造が熱型赤外線検出器に形成される。以上の工程を経て、上記の熱分離構造を有する熱型赤外線検出器が作製される。

【0107】図 19 は、図 14 および図 15 に示した熱型赤外線検出器の変形例を示す断面図である。図 19 に示される変形例では、図 14 および図 15 に示した熱型赤外線検出器と比較して底部 12 の根元の位置、および電極部 13 の位置が主に異なっている。図 19 に示すように、底部 12 の、電極部 13 の近傍にある根元の位置を赤外線受光部 5 の縁部に配置させると共に、電極部 13 の位置を、赤外線受光部 5 の上面から見て底部 12 の根元から離れるように赤外線受光部 5 の内側に配置させてもよい。この電極部 13 の位置に応じて、サーミスターボロメータ薄膜 7 の幅が、図 14 および図 15 に示した場合よりも狭くなっている。

【0108】ここで、もし、底部12の根元、すなわち底部12の、絶縁保護膜8との接続部が電極部13の直上にあると、底部12の熱の一部が電極部13、および梁6a内の金属配線9を伝わって、ヒートシンクのシリコン基板1に逃げてしまい、感度が低下する。従って、第1および第2の実施形態の熱型赤外線検出器や、図19に示される熱型赤外線検出器のように底部12の根元の真下に電極部13を配置しないようにする。これにより、底部12上の金属薄膜14からの熱、および底部12からの熱が電極部13に直接伝わるのが防止され、感度の低下が抑制される。第1および第2の実施形態の熱型赤外線検出器のように、赤外線受光部5の上面から見て、電極部13よりも赤外線受光部5の内側に底部12の根元を配置させる方が、感度をより向上させることができる。

【0109】図19に示した熱型赤外線検出器と同様に、図1～図5に示した第1の実施形態の熱型赤外線検出器において、底部12の、電極部13の近傍にある根元の位置を赤外線受光部5の縁部に配置させると共に、赤外線受光部5の上面から見て電極部13が底部12の根元と重ならないように、電極部13を赤外線受光部5の内側に配置させてもよい。図20は、図1～図5に示した第1の実施形態の熱型赤外線検出器の変形例を示す断面図である。図20に示すように、底部12上および赤外線受光部5上に金属薄膜14が形成されていない熱型赤外線検出器においても、赤外線受光部5の上面から見て、底部12の根元と重ならない位置に電極部13を配置させてもよい。

【0110】本発明の熱型赤外線検出器は、以上で説明したものに限定されず、赤外線を吸収する底部を用いて、開口率が高くなるように構成された熱型赤外線検出器は全て、本発明に含まれるものである。例えば、第1の実施形態のように赤外線吸収膜のみによって赤外線を吸収する画素と、第2の実施形態のように赤外線同士の干渉により加熱される金属薄膜を備えた画素とを有する熱型赤外線検出器に対して、本発明の特徴である底部の構成を適用してもよい。そのような熱型赤外線検出器では、ある画素に、真空インピーダンス377Ω/□に整合された金属薄膜を赤外線受光部に形成し、かつ、その金属薄膜と、基板上の赤外線反射膜との距離を約1μmにして光学的共振構造を作る。これにより、その画素では、主に波長3～5μm帯の赤外線を吸収して検出する。この場合、サーミスターボロメータ薄膜を覆う絶縁保護膜の材料として、波長3～5μm帯の赤外線に対して透明なもの、例えばZnS、ZnSe、CaF₂、BaF₂またはGe等を用いる。そして、他の画素では、金属薄膜を形成せずに、サーミスターボロメータ薄膜を覆う絶縁保護膜として波長10μm帯の赤外線を吸収するもの、例えばSiN、SiO₂、SiONまたはSiC等を用いる。これにより、他の画素では波長10μm帯

の赤外線を吸収して検出する。

【0111】このような、1つのアレイセンサで複数の波長帯の赤外線を検出する熱型赤外線検出器においても、それぞれの画素で、赤外線を吸収する方法に応じて底部を設けることにより開口率を高くすることが可能となる。ここで述べたのは一例であって、検出したい波長帯が変われば、光学的共振構造を構成する金属薄膜と赤外線反射膜との距離は、λ/(4n)に応じて変更することができる。

10 【0112】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、赤外線受光部から突出した底部によって、赤外線受光部の電極部、赤外線受光部を基板から浮かせて支持する支持部、および基板のコンタクトパッドのそれぞれを空間を隔てて覆うことで、熱時定数を殆ど増加させることなく開口率を高めることができる。その結果、より高感度で実時間の赤外画像が得られる熱型赤外線検出器を実現することができる。

20 【0113】また、本発明の熱型赤外線検出器の製造方法によれば、開口率が高く、赤外線をより多く吸収することが可能な高感度の熱型赤外線検出器を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の熱型赤外線検出器を示す平面図である。

【図2】図1のX-X'線断面図である。

【図3】図1のY-Y'線断面図である。

【図4】図1～図3に示した熱型赤外線検出器における電流経路に沿った断面図である。

30 【図5】図2のA-A'線断面図である。

【図6】図1～図5に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【図7】図1～図5に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【図8】図1～図5に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【図9】図1～図5に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

40 【図10】図1～図5に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための平面図である。

【図11】図1～図5に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【図12】図1～図5に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【図13】図1～図5に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【図14】本発明の第2の実施形態の熱型赤外線検出器を示す断面図である。

50 【図15】本発明の第2の実施形態の熱型赤外線検出器を示す断面図である。

【図 1.6】図 1.4 および図 1.5 に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【図 1.7】図 1.4 および図 1.5 に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【図 1.8】図 1.4 および図 1.5 に示した熱型赤外線検出器の製造方法について説明するための断面図である。

【図 1.9】図 1.4 および図 1.5 に示した熱型赤外線検出器の変形例を示す断面図である。

【図 2.0】図 1 ～ 図 5 に示した熱型赤外線検出器の変形例を示す断面図である。

【図 2.1】熱分離構造を有する従来の熱型赤外線検出器としての二次元赤外線固体撮像素子を示す断面図である。

【図 2.2】図 2.1 に示した二次元赤外線固体撮像素子の 1 個の画素における赤外線吸収部を除いた部分の平面図である。

【図 2.3】図 2.1 および図 2.2 に示した従来の二次元赤外線固体撮像素子の別の例を示す断面図である。

【図 2.4】熱分離構造を有する従来の熱型赤外線検出器を示す断面図である。

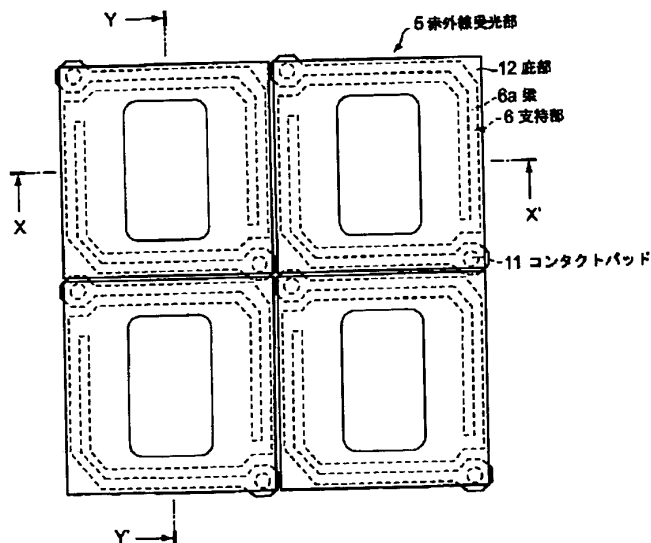
【図 2.5】熱分離構造を有する従来の熱型赤外線検出器を示す斜視図である。

【図 2.6】図 2.5 に示される熱型赤外線検出器の A-A' 線断面図である。

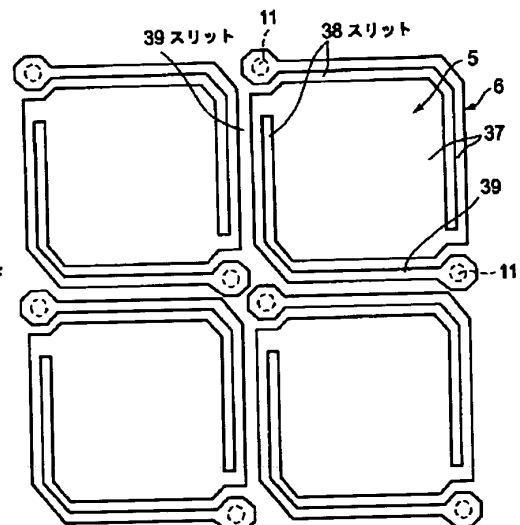
【符号の説明】

- | | |
|-------|-------------------|
| 1 | シリコン基板 |
| 2 | 赤外線反射膜 |
| 3 | 第 1 の絶縁保護膜 |
| 4 | 空洞部 |
| 5 | 赤外線受光部 |
| 6 | 梁 |
| 7 | サーミスターボロメータ薄膜 |
| 8 | 絶縁保護膜 |
| 9 | 金属配線 |
| 10 | 第 2 の絶縁保護膜 |
| 11 | コンタクトパッド |
| 12 | 底部 |
| 13 | 電極部 |
| 14 | 金属薄膜 |
| 15 | 赤外線 |
| 16 | 読出回路 |
| 17 | 信号線 |
| 18 | 画素への配線 |
| 31 | 第 1 の犠牲層 |
| 20 | 32、33、37、41 絶縁保護膜 |
| 34 | 第 1 の開口部 |
| 35 | 第 2 の開口部 |
| 36 | 金属膜 |
| 38、39 | スリット |
| 40 | 第 2 の犠牲層 |

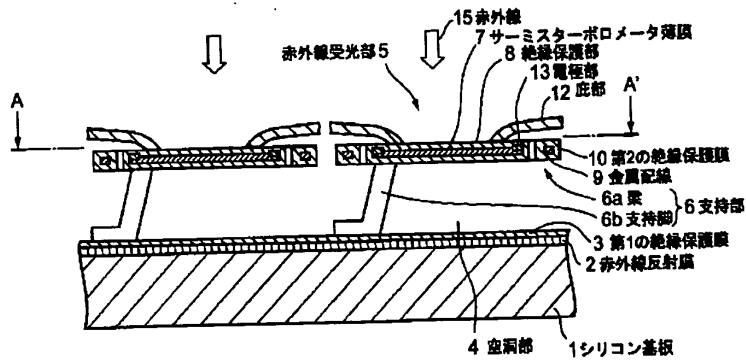
【図 1】



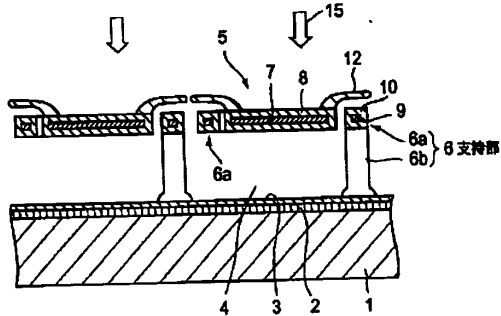
【図 10】



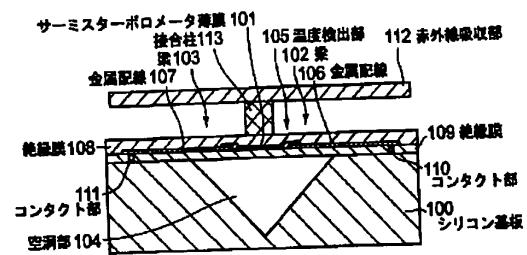
【図2】



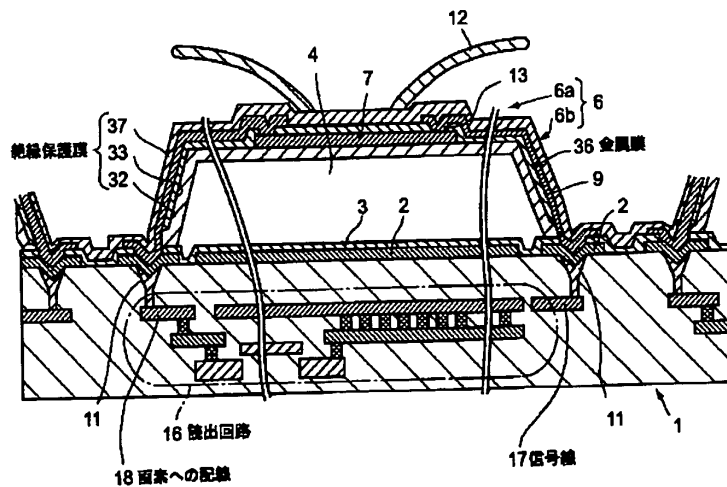
【図 3】



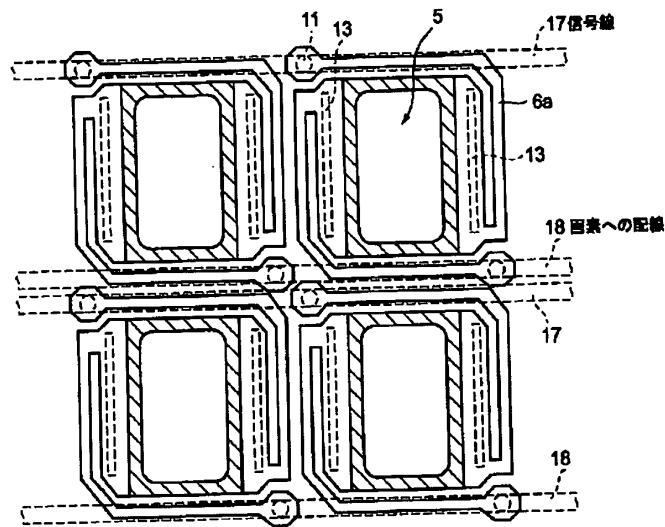
【図 2 1】



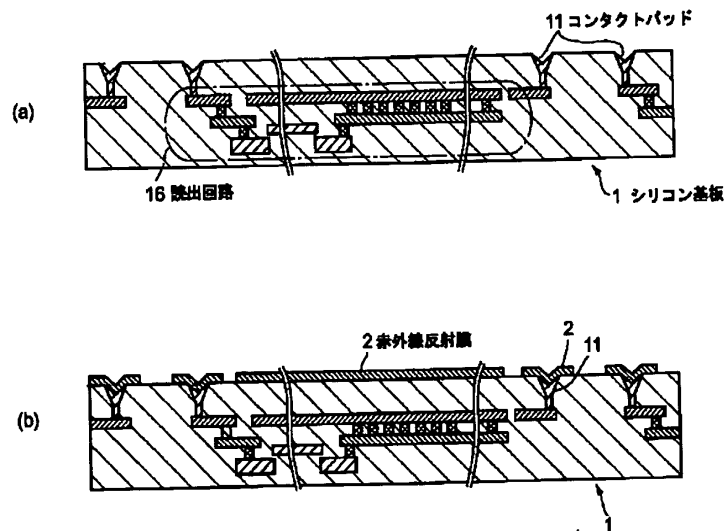
【図4】



【図5】



【図6】



【図14】

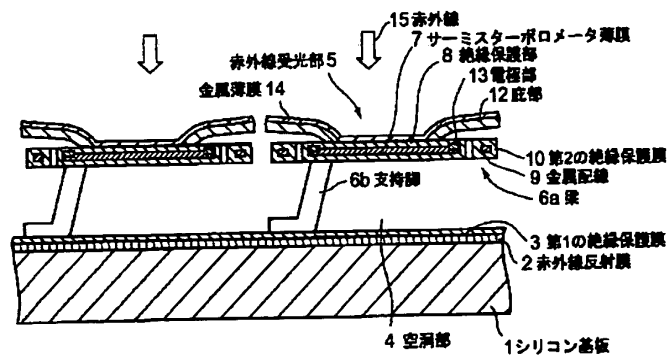
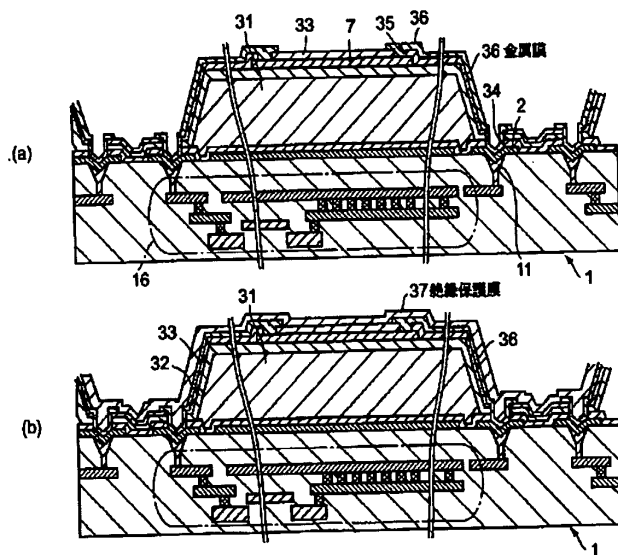


Figure 1 consists of two cross-sectional views, (a) and (b), of a semiconductor device. Both views show a substrate (1) with a series of rectangular features (11) on its surface. In view (a), a first insulating layer (3) is formed over the substrate, and a first conductive layer (2) is formed on top of the insulating layer. In view (b), the first insulating layer (32) is formed over the substrate, and a first conductive layer (31) is formed on top of the insulating layer. A second conductive layer (3) is also formed on top of the first conductive layer (31). The labels 1, 2, 3, 11, 31, and 32 are used to identify the various components of the device.

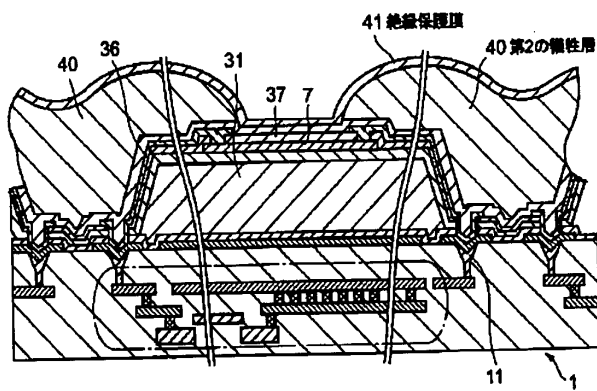
Figure 1 consists of two cross-sectional views, (a) and (b), of a semiconductor device. View (a) shows a central region 31, a top layer 32, and a bottom layer 33. View (b) shows a similar structure but with additional features labeled 16 and 17. The labels 31, 32, and 33 are common to both views.

[illegible]

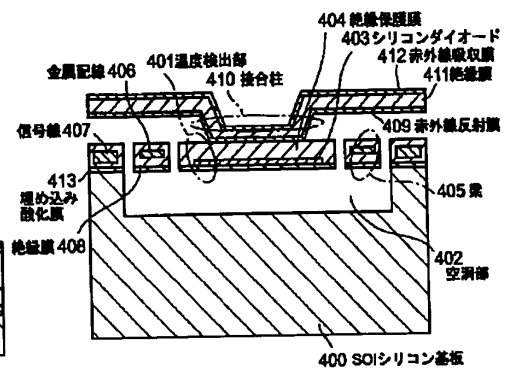
【図9】



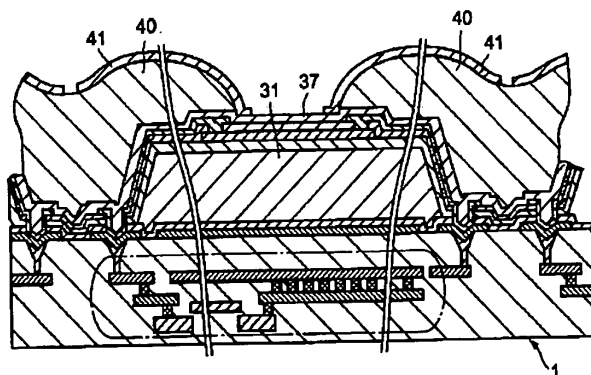
【図11】



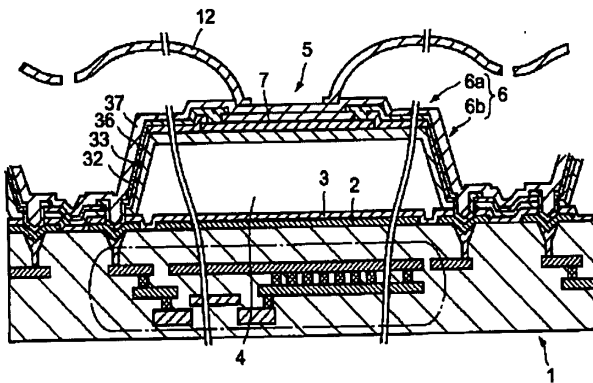
【図24】



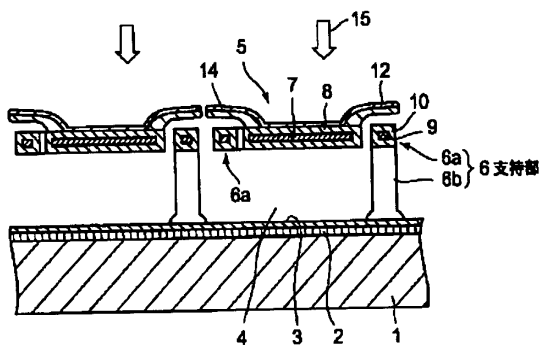
【図12】



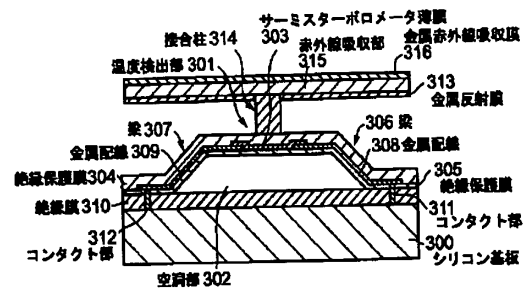
【図13】



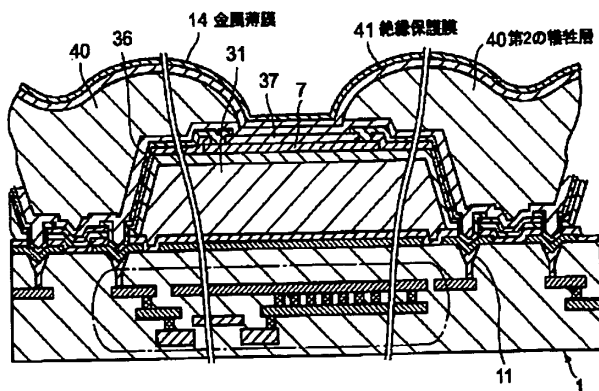
【図15】



【図23】



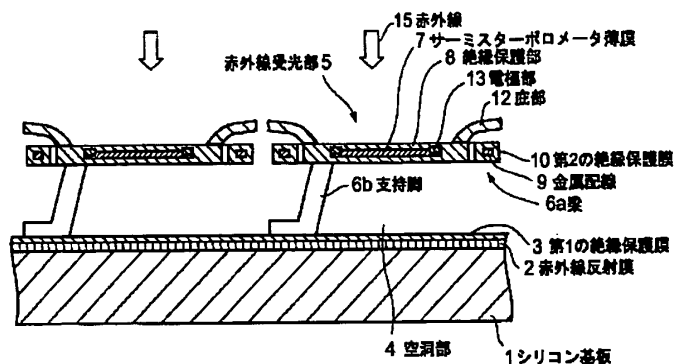
【図16】



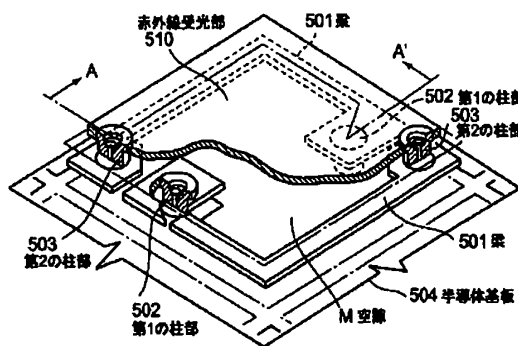
[illegible]

Figure 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device is built on a silicon substrate (1) which contains a cavity (4). A first insulating protective film (3) and an outer reflection film (2) are formed on the top surface of the substrate. A support leg (6b) is attached to the substrate. On top of the support leg, there is a metal electrode (9) and a second insulating protective film (10). A wire (7) connects the electrode to a terminal (13) on the side. The terminal is covered by a solder bump (8) and a solder wire (15). A light-receiving portion (5) is located on the top surface of the device.

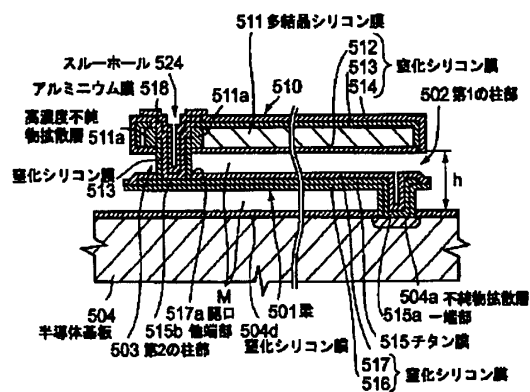
【図20】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G065 AA04 AB02 BA11 BA12 BA13
BA34 BC02 BE08 CA13 DA18
2G066 AB06 BA04 BA08 BA09 BB09
CA02
4M118 AA01 AA10 AB01 BA05 CA14
CA32 CA35 CB13 CB14 EA01
GA10 GD15